

Untersuchung des Schlaf-Wach-Verhaltens,
der circadianen und ultradianen Periodik
und psychophysischer Parameter eines Patienten
mit persistierender psychophysiologischer
Hyposomnie unter Versuchsbedingungen
mit und ohne Zeitgeber

Annette Pelzer geb. Wabersich

München
1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Psychiatrischen Klinik der Universität München
Vorstand: Prof. Dr.med. H. Hippus
und dem Max-Planck-Institut für Psychiatrie
in Erling-Andechs
- Arbeitsgruppe Chronobiologie -

Untersuchung des Schlaf-Wach-Verhaltens,
der circadianen und ultradianen Periodik
und psychophysischer Parameter eines Patienten
mit persistierender psychophysiologischer
Hyposomnie unter Versuchsbedingungen
mit und ohne Zeitgeber

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Annette Pelzer geb. Wabersich
aus
Frankfurt/Main

Jahr
1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. E. RÜTHER

Mitberichterstatter: Prof. Dr. H. HIPPIUS
Prof. Dr. Dr. Dr. J. RENTSCHLER

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. R. LUND

Dekan: Prof. Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Februar 1988

M e i n h e r z l i c h e r D a n k

für die Anregung, Kritik und Unterstützung dieser Arbeit gilt den Herren Professor Dr.med. E.RÜTHER, Professor Dr.rer.nat. R.WEVER und Dr.phil. Dipl.-Psych. R.LUND.

Für ihre Hilfe bei der Cortisolbestimmung danke ich Herrn Professor Dr.med. N.MATUSSEK und Frau C.LAMPART, für ihre Hilfe bei der Auswertung psychologischer Tests und für Bereitstellung von Literatur Frau C.WILDGRUBER und Herrn Dr.med. J.POLASEK.

Weiter möchte ich allen Mitarbeitern der Station 0-3 der Psychiatrischen Klinik der Universität München für ihre Unterstützung danken und ganz besonders meinen Eltern, denen ich diese Arbeit persönlich widme.

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
0. Glossarium	1
1. Einleitung	4
1.1 Circadiane Rhythmen	6
1.2 Die Schlafforschung	8
1.3 Der normale Schlaf	9
1.4 Der gestörte Schlaf	10
2. Fragestellung	13
3. Methodik	14
3.1 Die Versuchsperson	14
3.2 Der Versuchsablauf	15
3.3 Erhebung der Daten	18
3.3.1 Kontinuierlich gemessene Variable	18
3.3.2 In unregelmäßigen Abständen gemessene Variable	19
3.3.3 Fragebogen	20
3.3.3.1 Nach dem Aufstehen von der Versuchsperson auszufüllende Fragebogen ("Morgenfragebogen")	20
3.3.3.2 Vor dem Zubettgehen von der Versuchsperson auszufüllende Fragebogen "Abendfragebogen")	21
3.3.3.3 Fragebogen vor dem Versuch	21
3.3.3.4 Fragebogen nach dem Versuch	21
3.4 Auswertung der Daten und angewandte Statistik	22
3.4.1 Beurteilungskriterien der Aktivitäts- und der Ruhezeiten anhand der polygraphischen Aufzeichnungen	22
3.4.1.1 Stadieneinteilung der Aktivitätszeit	22
3.4.1.2 Kriterien zur Bestimmung der Schlafstadien (nach Rechtschaffen und Kales, 1968)	23
3.4.1.3 Definition weiterer Schlafvariablen	24
3.4.1.4 Das Schlafprofil	28
3.4.1.5 Die Schlafanalyse	29
3.4.2 Die Analyse weiterer physiologischer Vorgänge	30
3.4.2.1 Die Ruhe- und Aktivitätsperiodik	30

	Seite
3.4.2.2 Die Rektaltemperatur	30
3.4.2.3 Ausscheidungsvolumen, freies Cortisol und Elektrolyte	31
3.4.2.4 Phasenbeziehung der Scheitelwerte (Rektaltemperatur und freies Cortisol im Urin) zur Mitte der Aktivitäts- und der Ruhezeiten	32
3.4.3 Testbeurteilung	33
4. Ergebnisse	41
4.1 Physiologische Parameter	41
4.1.1 Wach- und Ruhezeiten	41
4.1.2 Die Körpertemperatur	44
4.1.3 Das Cortisol	49
4.1.4 Phasenbeziehung der Scheitelwerte der Rektaltemperatur und des freien Corti- sols im Urin zur Mitte der Aktivitäts- und der Ruhezeiten	52
4.1.5 Ausscheidungsmenge und Harn elektrolyte Natrium, Kalium und Kalzium	59
4.1.6 Körperliche Aktivität während der Wach- zeiten	65
4.2 Die Schlafanalyse	67
4.2.1 Allgemeine Schlafvariable	67
4.2.2 Die Schlafstruktur	69
4.2.2.1 Schlafstadien	69
4.2.2.2 Awakenings	76
4.2.2.3 Stadienwechsel	77
4.2.2.4 REM-und NonREM-Schlaf	78
4.2.2.5 Analyse der einzelnen Drittel von Ruhe- und Schlafzeit	91
4.2.2.6 Zusatzvariable (REM-Dichte, Checks, Atypische Wellenmuster im EEG)	115
4.3 Der Schlaf in Abhängigkeit von anderen physiologischen Funktionen	116
4.3.1 Körpertemperatur und Schlaf	116
4.3.2 Cortisol-Konzentration und Schlaf	129
4.4 Testergebnisse	133
4.4.1 Leistungstests	133
4.4.2 Psychologische Tests	138

	Seite
- Stimmungsvariable Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität	138
- Stimmungsfragebogen morgens und abends (Bf-S)	143
- Morgenfragebogen	148
- Abendfragebogen	150
- Fragebogen vor und nach dem Versuch	155
5. Diskussion	162
5.1 Physiologische Variable	162
5.1.1 Ruhe- Aktivitätsperiodik	162
5.1.2 Die Periodik der Körpertemperatur	163
5.1.3 Die Cortisol-Konzentration	164
5.1.4 Die Urinvariablen	167
5.1.5 Die lokomotorische Aktivität	168
5.2 Die Schlafanalyse	169
5.2.1 Allgemeine Schlafvariable	170
5.2.2 Die Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in der Nacht	174
5.2.3 Wachzeiten innerhalb der Schlafzeit	177
5.2.4 Stadienwechsel	179
5.2.5 Die Häufigkeit der Schlafstadien im Verlauf der Nacht	180
5.2.6 Die ultradiane Schlafstruktur	182
5.2.7 Objektive Schlafstörungen	185
5.2.8 Beurteilung der Schlafqualität nach objektiven Kriterien und subjektives Schlaferleben	186
5.3 Die Schlafstruktur in Abhängigkeit von der Periodik der Körpertemperatur und der Cortisol-Ausschüttung	192
5.3.1 Besonderheiten der Schlafstruktur bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Temperaturminima in der Nacht	192
5.3.2 Besonderheiten der Schlafstruktur bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Cortisolminima in der Nacht	196
5.4 Interpretation der Testergebnisse	199
5.4.1 Die Leistungsfähigkeit	199

IV

	Seite
5.4.2 Die subjektive Beurteilung von Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität im Verlauf der Untersuchung	201
5.4.3 Die Stimmung morgens und abends	203
5.4.4 Die Persönlichkeit der Versuchsperson	205
6 Zusammenfassung	208
7 Literaturverzeichnis	212
8 Anhang	
- Tabelle 1-40	225
- Weniger bekannte Fragebogen	350

Tabellenverzeichnis

=====

Tab.		Seite
1	Gesamtübersicht der erhobenen Daten	225
2	Wach- und Ruhezeiten	227
3	Rektaltemperatur	
	a) Minima und Maxima; Periodik	228
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen, Median	229
4	Rektaltemperatur - Meßwerte nach Glättung	
	a) Minima und Maxima; Periodik	230
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen	231
5	Temperatur-Differenzen	
	a) durch Wechsel von Aktivität und Ruhe	232
	b) durch Mahlzeiten und Sport	233
6	Cortisol	
	a) Minima und Maxima; Periodik	234
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen	235
7	Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte	
	a) Abweichung von der Mitte der Aktivi- tätszeit	236
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen	237
8	Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte	
	a) Abweichung von der Mitte der Ruhe- zeit	238
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen	239
9	Ausscheidungs- und Harnelektrolyte Natrium, Kalium und Kalzium	
	a) Minima und Maxima; Periodik	240
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen	242
10	Stadienanalyse der Aktivitätszeiten	
	a) Häufigkeit der einzelnen Stadien an jedem Versuchstag	243



	Seite
Tab. 10 b) Häufigkeit der Stadien in jeder Stunde der Aktivitätszeit	244
11 Allgemeine Schlafvariable	
a) Andechs	245
b) München	246
c) Mittelwerte und Standardabweichungen	247
12 Schlafstadien innerhalb der Ruhezeit	
a) Andechs	248
b) München	249
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	250
13 Schlafstadien innerhalb der Schlafzeit	
a) Andechs	252
b) München	253
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	254
14 Awakenings	
a) Andechs	255
b) München	256
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	257
d) Dauer der Awakenings innerhalb der Schlaf- periode	259
e) Registrierte Awakenings	260
15 Stadienwechsel innerhalb der Ruhezeit	
a) Andechs	261
b) München	262
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	263
d) Relative Häufigkeit der einzelnen Stadien- wechsel unter verschiedenen Versuchsbedin- gungen	265
16 Stadienwechsel innerhalb der Schlafzeit	
a) Andechs	266
b) München	267
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	268
d) Relative Häufigkeit der einzelnen Stadien- wechsel innerhalb der Schlafzeit unter verschiedenen Versuchsbedingungen	270

	Seite
Tab. 17 REM-Schlaf: Latenzen, Dauer der REM-Episoden und der REM-Intervalle	
a) Andechs	271
b) München	272
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	273
18 NonREM-REM-Zyklen und REM-NonREM-Zyklen	
a) Andechs	275
b) München	277
c) Mittlere Zyklusdauer pro Nacht bei verschiedenen Versuchsbedingungen (NonREM-REM-Zyklen)	279
d) Mittlere Zyklusdauer pro Nacht bei verschiedenen Versuchsbedingungen (REM-NonREM-Zyklen)	280
e) Mittlere Dauer der einzelnen Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen (NonREM-REM-Zyklen und REM-NonREM-Zyklen)	281
19 Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhezeit	
a) Andechs	283
b) München	285
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	287
20 Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafzeit	
a) Andechs	289
b) München	291
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	293
21 Dauer der echten Schlafzeit und Schlafeffizienz in jedem Drittel der Ruhezeit	
a) Andechs	295
b) München	296
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	297
22 Dauer der echten Schlafzeit und Schlafeffizienz in jedem Drittel der Schlafzeit	
a) Andechs	298
b) München	299

	Seite
Tab. 22 c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	300
23 Stadienwechsel in jedem Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit	
a) Andechs	301
b) München	302
c) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	303
24 a) Zusatzvariable REM-Dichte, Checks, atypische Wellenmuster im EEG	304
b) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	305
25 a) Die Körpertemperatur im Verlauf der Ruhezeit (Andechs/München) unter Berücksichtigung der zeitlichen Lage der Minima innerhalb der Schlafzeit	306
b) Die Körpertemperatur im Verlauf der Ruhezeit bei Berücksichtigung der Abweichung der Temperaturminima von der Mitte der Ruhezeit (Andechs/München)	307
26 Allgemeine Schlafvariable in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit; Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	308
27 a) Schlafstadien in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit; Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	309
b) Schlafstadienverteilung in jedem Drittel der Ruhezeit in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums innerhalb der Schlafzeit	311
28 Cortisol-Konzentration im Verlauf der Ruhezeit unter Berücksichtigung der Abweichung der Minima von der Mitte der Ruhezeit	313
29 Allgemeine Schlafvariable in Abhängigkeit von der Beziehung des Cortisol-Minimums zur Mitte der Ruhezeit, Mittelwerte und Standardabweichungen	314

Tab. 30	a) Schlafstadien in Abhängigkeit von der Beziehung des Cortisol-Minimums zur Mitte der Ruhezeit; Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	315
	b) Schlafstadien innerhalb der einzelnen Drittel der Schlafzeit in Abhängigkeit von der Beziehung des Cortisol-Minimums zur Mitte der Ruhezeit; Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	317
31	a) Ergebnisse der Leistungstests in jeder Stunde der Aktivitätszeit und an jedem Versuchstag	319
	b) Ergebnisse der Leistungstests in jeder Stunde der Aktivitätszeit; Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	320
	c) Leistungstests - Tagesbest- und Tages-tiefstwerte, Temperaturmaxima und Schlaf-effizienz der vorherigen Nacht	321
32	Selbstbeurteilungsskalen	
	a) Müdigkeit im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte	322
	b) Zufriedenheit im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte	323
	c) Konzentrationsfähigkeit im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte	324
	d) Nervosität im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte	325
	e) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	326
33	a) Stimmungsfragebogen (Bf-S) morgens und abends; Beantwortung der einzelnen Items an jedem Versuchstag. Score morgens und abends, Tagesmittelwert	328
	b) Stimmungsfragebogen: Beantwortung ähnlicher Items an jedem Versuchstag	329
34	Morgenfragebogen: subjektive Beurteilung der Schlafqualität	331
35	Abendfragebogen	
	a) Einzelergebnisse	332
	b) Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen	334

	Seite
Tab. 36 Fragebogen vor und nach dem Versuch: FPI, E.N.NR.- und VELA-Fragebogen	336
Tab. 37 a) Subjektive Beurteilung der Nacht und objektive Schlafseigenschaften	337
b) Übereinstimmung von subjektiver und objektiver Schlafbeurteilung	338
c) Schlafbeurteilung anhand objekti- ver EEG-Auswertung	339
d) Übereinstimmung der subjektiven Beurteilung mit objektiven EEG- Kriterien	340
Erläuterungen zu den Tabellen 37a-d	341
Tab. 38 a) Allgemeine Schlafvariable in Ab- hängigkeit vom nächtlichen Verlauf der Körpertemperatur (Korrelation)	344
b) Schlafstadienanteile in Abhängig- keit vom nächtlichen Verlauf der Körpertemperatur (Korrelation)	345
Tab. 39 a) Allgemeine Schlafvariable in Ab- hängigkeit von der nächtlichen Cor- tisol-Konzentration (Korrelation)	346
b) Schlafstadienanteile in Abhängig- keit von der nächtlichen Cortisol- Konzentration (Korrelation)	347
Tab. 40 Die Korrelation psychologischer Variab- ler untereinander und mit der Schlaf- effizienz der vorherigen Nacht	348

Fragebogen vor dem Versuch	351
Fragebogen nach dem Versuch	354
Morgenfragebogen	360
Abendfragebogen	363
Analogskalen zur momentanen Stimmungs- beurteilung	367

Verzeichnis der Abbildungen

=====

	Seite
Abb. 1 Wach- und Ruhezeiten. Circadiane Periodik bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber (Andechs).	43
Abb. 2 Rektaltemperatur. Verlauf an jedem Versuchstag (Andechs und München 1982).	48
Abb. 3a Rektaltemperatur und Cortisol-Konzentration im Urin. Verlauf über die Tage (Andechs).	50
Abb. 3b Rektaltemperatur und Cortisol-Konzentration im Blut. Verlauf über die Tage (München 1982).	51
Abb. 4 Aktivitäts- und Ruhezeitmitte. Veränderungen bezüglich der Tageszeit im Verlauf der gesamten Untersuchung in Andechs mit Vergleichswerten aus München (1982).	56
Abb. 5 Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte. Abweichung von der Aktivitätsmitte an den aufeinanderfolgenden Tagen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.	57
Abb. 6 Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte. Abweichung von der Mitte der Ruhezeit an den aufeinanderfolgenden Tagen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.	58
Abb. 7 Physiologische Variable - Gesamtübersicht.	60
Abb. 8a-f Ergebnisse der Periodenanalysen der verschie- denen physiologischen Variablen Rektaltempe- ratur, Cortisol-Konzentration, Volumenausschei- dung, Elektrolyt-Konzentrationen (Natrium, Kalium, Kalzium im Urin).	61 f.

	Seite
Abb. 8g Ergebnisse der Periodenanalysen. Gesamtübersicht (Andechs/Freilauf).	64
Abb. 9 Latenzen von Stadium 2 und REM in den aufeinanderfolgenden Nächten (Andechs).	74
Abb.10 Prozentualer Anteil der einzelnen Schlaf- stadien an der Schlafzeit in den aufeinan- derfolgenden Nächten (Andechs).	75
Abb.11a Mittlere Dauer jeder REM-Episode bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeit- geber in Andechs.	81
Abb.11b Mittlere Dauer jeder REM-Episode bei ver- schiedenen Versuchsbedingungen.	81
Abb.11c Mittlere Dauer jeder NonREM-Episode bei verschiedenen Versuchsbedingungen.	84
Abb.12 Dauer der einzelnen REM- und NonREM-Epi- soden in jeder Nacht (Andechs Synchronisation und Freilauf).	85
Abb.13a Mittlere Dauer der NonREM-REM-Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.	89
Abb.13b Mittlere Dauer der REM-NonREM-Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.	90
Abb.14 Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit bei verschiedenen Versuchsbe- dingungen.	92
Abb.15 Anzahl der Stadienwechsel in jedem Drit- tel der Ruhe- und der Schlafzeit bei verschiedenen Versuchsbedingungen.	99
Abb.16 Schematisiertes Schlafprofil eines nor- malen Schläfers.	100

	Seite
Abb.17a und 17b	101
Schlafprofil der I. und II. Vergleichs- nacht unter synchronisierten Versuchsbe- dingungen, München 1982.	
Abb.17c und 17d	103
Schlafprofil der 1. und 2. Nacht unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern in Andechs 1982.	
Abb.17e bis 17m	105
Schlafprofil der 3. bis 11. Nacht unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber in Andechs 1982.	
Abb.17n	114
Schlafprofil der 12. Nacht unter Versuchs- bedingungen mit Zeitgebern in Andechs 1982.	
Abb.18	118
Temperaturverlauf in der Nacht bei unter- schiedlichen Erscheinungszeitpunkten der Temperaturminima.	
Abb.19	127
Häufigkeit ausgewählter Schlafstadien in der Nacht in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit.	
Abb.20	128
Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafperiode in Abhängig- keit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit.	
Abb.21	132
Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafperiode in Abhän- gigkeit von der Abweichung des Cortisol- Minimums von der Mitte der Ruhezeit.	
Abb.22	134
Durchschnittliche Ergebnisse der Leistungs- tests in jeder Stunde der Aktivitätszeit (Andechs/Freilauf).	
Abb.23	136
Ergebnisse der Leistungstests an den ein- zelnen Versuchstagen und Schlaffeffizienz der vorherigen Nacht.	

	Seite
Abb.24 Tagesbestleistungen in Abhängigkeit vom Erscheinungszeitpunkt der Temperatur- maxima.	137
Abb.25 Stimmungsvariable Müdigkeit, Zufrieden- heit, Konzentrationsfähigkeit und Nervo- sität sowie Schlafeffizienz der jeweils vorausgegangenen Nacht - Veränderungen im Verlauf der Untersuchung.	141
Abb.26 Stimmungsvariable Müdigkeit, Zufrieden- heit, Konzentrationsfähigkeit und Nervo- sität - Veränderungen im Verlauf der Aktivitäts- zeit (Andechs/Freilauf).	142
Abb.27 Stimmung morgens, abends und Tagesmittel- wert (Bf-S); Schlafeffizienz der jeweils vorausgegangenen Nacht - Veränderungen im Verlauf der Untersuchung.	144
Abb.28 Differenzen einzelner Stimmungsvariabler morgens und abends an jedem Versuchstag (Bf-S).	147
Abb.29 Graphische Darstellung der Beantwortung von Fragenkomplexen des Abendfragebogens an jedem Versuchstag.	154
Abb.30 Ausprägung der Persönlichkeitsmerkmale am Anfang und Ende der Untersuchung.	161
Abb.31 Gesamtkonzentration des freien Cortisols im Urin an den einzelnen Versuchstagen.	165
Abb.32a Prozentualer Anteil von Schlafstadium 3 an der Schlafzeit in Abhängigkeit von der Dauer der vorherigen Aktivitätszeit.	175

	Seite
Abb. 32b Prozentualer Anteil von Schlafstadium 4 an der Schlafzeit in Abhängigkeit von der Dauer der vorherigen Aktivitätszeit.	175
Abb. 32c Prozentualer Anteil der Schlafstadien 3 und 4 (SWS) an der Schlafzeit in Abhän- gigkeit von der Dauer der vorherigen Aktivitätszeit.	175
Abb. 33 Prozentualer REM-Schlaf-Anteil in jedem Drittel der Schlafzeit bei Versuchsbe- dingungen mit und ohne Zeitgeber.	181
Abb. 34a Objektive und subjektive Gesamtbeurtei- lung der einzelnen Nächte (Andechs 1982).	191
Abb. 34b Objektive und subjektive Beurteilung der Einschlafzeit jeder Nacht (Andechs 1982).	191
Abb. 34c Objektive und subjektive Beurteilung der Durchschlafgüte jeder Nacht (Andechs 82).	192
Abb. 35 Dauer der Wach- und Ruhephasen an den einzelnen Versuchstagen und Erscheinungs- zeitpunkte der Temperaturminima in der Nacht.	194
Abb. 36 Dauer der Wach- und Ruhephasen an den einzelnen Versuchstagen und Erscheinungs- zeitpunkte der Cortisolminima in der Nacht.	197

0. Glossarium

Akrophase

Höchster Punkt einer Sinuskurve, die mathematisch die Veränderungen einer rhythmisch schwingenden Variable am besten wiedergibt. Es handelt sich im Vergleich zum Extremwert (s.u.) um einen errechneten Wert.

Aktivitätszeit (α), Wachzeit

Der Proband bestimmte die Dauer seiner Aktivitätszeit im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber selbst und zeigte deren Anfang und Ende vereinbarungsgemäß durch Einschalten bzw. Löschen einer am Bett befindlichen Leselampe an.

Amplitude (halbe Schwingungsbreite)

Differenz zwischen dem maximalen oder minimalen Funktionswert und dem Gleichwert einer Sinusschwingung. Die Amplitude einer biologischen Funktion entspricht der Amplitude der ihr zugrundeliegenden Sinuskurve.

Autonome Periodik (Spontanperiodik, Freilaufende Periodik)

Periode einer selbsterregten Schwingung unter konstanten Bedingungen. Hier wird darunter die Periode eines biologischen Vorgangs verstanden, die sich unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber (Freilauf) einstellt.

Circadiane Periodik

Schwingungsvorgang mit einer Periodenlänge von ungefähr 24 Stunden. Der Begriff "circadian" wurde von Halberg eingeführt (1959).

Desynchronisation

Zustand, in dem verschiedene biologische Rhythmen unterschiedliche Frequenzen haben.

Einen Zustand, in dem ein biologischer Rhythmus eine andere Periodenlänge annimmt als ihr durch Zeitgeber vorgegeben wird, bezeichnet man als externe Desynchronisation. Wenn verschiedene rhythmische Vorgänge in einem Organismus spontan unterschiedliche Frequenzen annehmen, spricht man von interner Desynchronisation.

Extremwert (Scheitelwert, Minimum, Maximum)

Höchster oder niedrigster Wert einer rhythmischen Variable innerhalb einer Periode.

Frequenz

Kehrwert der Periodendauer.

Fundamentale Periode

Sinusartige Schwingung, die einen biologischen Rhythmus am besten wiedergibt. Die Berechnung hier erfolgte mit einer modifizierten Periodenanalyse (vgl. Wever, R.A. 1979, S.17-24).

Gleichwert (Periodenmittelwert)

Arithmetisches Mittel aller Augenblickswerte einer veränderlichen Größe innerhalb einer Periode.

Periode, Periodendauer

Zeit, nach der eine bestimmte Phase einer Schwingung wiederkehrt. Bei der Bestimmung der Periodendauer biologischer Funktionen wird oft die Zeit von Maximum zu Maximum bzw. von Minimum zu Minimum aufeinanderfolgender Versuchstage gemittelt.

Phase

Augenblicklicher Zustand einer Schwingung innerhalb einer Periode. Bei der Beschreibung von biologischen Vorgängen wird als Phase oft der Zeitpunkt der Extremwerte angegeben.

Phasenbeziehung

Phasenwinkeldifferenz zwischen verschiedenen Rhythmen.

Phasenwinkeldifferenz

Differenz von zwei korrespondierenden Phasenwinkeln verschiedener Schwingungen. Beim Vergleich mehrerer biologischer Funktionen gleicher Periodendauer kann als Phase die Mitte der Aktivitäts- oder Ruhezeit angegeben werden und der Abstand bestimmter Augenblickswerte (z.B. der Scheitelwerte) von diesem definierten Zeitpunkt ermittelt werden. Die Angabe kann in Zeiteinheiten oder Winkelgraden erfolgen.

Rhythmus

Von zufälligen Störungen überlagerte Schwingung, deren Kurvenform normalerweise von der einer echten Sinusschwingung abweicht.

Ruhezeit (g)

Zeitraum vom Löschen bis zum Wiedereinschalten der Leselampe. Bezogen auf die Aktivitätszeit wird zwischen der vorausgehenden (g_v) und der nachfolgenden Ruhezeit (g_n) unterschieden.

Synchronisation

Zustand, in dem zwei oder mehr rhythmische Funktionen die gleiche Periodendauer besitzen und die Phasenbeziehung konstant bleibt.

Zeitgeber

Äußerer Stimulus, der rhythmischen Veränderungen unterliegt und die Fähigkeit besitzt, endogen gesteuerte biologische Vorgänge zu beeinflussen, im Idealfall zu synchronisieren.

(vgl. 78, 79, 112 und 127, S.266-268)

1. Einleitung

Viele Vorgänge im menschlichen Organismus unterliegen periodischen Veränderungen. Hierzu zählt der Wechsel zwischen Schlafen und Wachen und eine Vielzahl von physiologischen und psychologischen Funktionen. Normalerweise sind diese Vorgänge durch das Umweltgeschehen, zu dem u.a. der Licht-/Dunkelwechsel und soziale Kontakte gehören, auf den 24-Stunden-Tag synchronisiert. Durch Untersuchungen mit gesunden Versuchspersonen, die von möglichst vielen dieser Umweltreize (Zeitgeber) isoliert wurden, konnte nachgewiesen werden, daß die Rhythmizität erhalten bleibt, allerdings mit einer etwas von 24 Stunden abweichenden und deshalb als circadian (circa = ungefähr; dies = Tag) bezeichneten Periodik, was auf ihren endogenen Ursprung schließen läßt.

Neben den circadianen Rhythmen konnten u.a. biologische Rhythmen mit einer höheren Frequenz beobachtet werden, die ultradian (ultra = über) genannt werden. Von diesen ist heute sehr gut der regelmäßige Wechsel von REM- und NonREM-Schlafphasen im Schlafablauf untersucht.

Die verschiedenen Funktionen laufen nicht unabhängig voneinander ab, sondern haben bestimmte Beziehungen zueinander. Die Vermutung, daß die Synchronisation der einzelnen biologischen Rhythmen und ihr geregeltes Zusammenspiel Voraussetzung für eine optimale Leistungsfähigkeit und das subjektive Wohlbefinden sind, liegt nahe und wird u.a. durch Untersuchungen von Schichtarbeitern und fliegendem Personal gestützt (4,78, 87,106). Auch organische und psychiatrische Erkrankungen gehen häufig mit Veränderungen wenigstens einzelner biologischer Funktionen einher.

Nun klagen viele Patienten in der ärztlichen Praxis über anhaltende Schlafstörungen mit verminderter Leistungsfähigkeit am Tage, die sich weder auf organische noch auf psychiatrische Erkrankungen zurückführen lassen, und es erhebt sich die Frage, wodurch diese Schlafstörungen ausgelöst und aufrechterhalten werden.

In der vorliegenden Studie wurden circadiane und ultradiane Rhythmen eines männlichen Patienten mit einer seit ca. 25 Jahren bestehenden Hyposomnie in den unterirdischen Versuchsräumen des Max-Planck-Institutes für Psychiatrie in Erling-Andechs unter Ausschluß möglichst aller als Zeitgeber in Frage kommender Umweltreize 9 1/2 Tage lang untersucht. Die einzelnen biologischen Funktionen sollen mit denen gesunder Probanden verglichen und eventuelle Unterschiede aufgezeigt werden. Darüberhinaus gibt das Isolationsexperiment möglicherweise Hinweise auf externe Faktoren, die zur Chronizität der Schlafstörung beitragen, woraus sich therapeutische Konsequenzen ableiten ließen.

Im folgenden soll ein Überblick grundlegender Ergebnisse der Rhythmus- und der Schlafforschung gegeben werden.

1.1 Circadiane Rhythmen

Die Beobachtung, daß biologische Vorgänge auch ohne zeitgebende Umwelteinflüsse periodisch ablaufen, führte zu der Annahme, daß ein System von Oszillatoren, die diese mit bestimmten Eigenfrequenzen steuern, im Organismus selbst vorhanden sein muß (6, 7, 49, 78, 79, 95, 126, 128, 138).

Diese Oszillatoren sind im allgemeinen miteinander synchronisiert und haben im Freilauf eine Periodenlänge von etwa 25 Stunden, die sich von der der Erdumdrehung (24,0 Std.) und des scheinbaren Mondumlaufs (24,83 Std.) signifikant unterscheidet (126). Bei rund einem Drittel der Probanden nehmen die Periodenwerte des Schlaf-Wach-Zyklus und des Temperaturzyklus jedoch unterschiedliche Werte unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber an und die Phasenbeziehung zwischen beiden Variablen ändern sich von Periode zu Periode, ein Zustand, der als interne Desynchronisation bezeichnet wird und als Beweis für die Existenz mehrerer Oszillatoren gilt (78, 80, 126, 128, 138, 141). Sie werden in zwei Gruppen eingeteilt:

Die Typ-I-Oszillatoren kontrollieren hauptsächlich den Rhythmus der Körpertemperatur mit einer mittleren Frequenz von 25 Stunden.

Die Typ-II-Oszillatoren beeinflussen den Aktivitätszyklus, der spontan auf Werte von 15-20 Stunden verkürzt und auf Werte von 30-40 Stunden und mehr verlängert werden kann.

Die Aktivitätsperiodik läßt sich auch durch externe Zeitgeber innerhalb dieser Zeitspanne, die Mitnahme-Bereich genannt wird, synchronisieren, während die Synchronisation der Körpertemperatur nur innerhalb des vergleichsweise kleinen Intervalls von 23-27 Stunden möglich ist. Dies spricht für eine größere Potenz des sie steuernden endogenen Oszillators. In einigen Fällen ist der Rhythmus der Aktivitätsperiodik mit einer Länge von rund 50 Stunden doppelt so lang wie der der Körpertemperatur; man spricht dann von einer circadianen Periodik oder einer scheinbaren Desynchroni-

sation, da die Kopplung zwischen beiden Rhythmen erhalten bleibt, wenn auch im Verhältnis von 2:1 (10, 78, 126, 128).

Es wird angenommen, daß jeder einzelne Oszillator zur Kontrolle von vielen rhythmischen Variablen beiträgt bzw. jeder einzelne rhythmische Vorgang von mehreren Oszillatoren gleichzeitig beeinflußt wird (126). Normalerweise sind alle Oszillatoren miteinander synchronisiert und verhalten sich wie ein einheitlicher Oszillator (10). Neben der internen Synchronisation sind Umweltreize als externe Synchronisatoren wirksam. Die größte Bedeutung hat dabei der soziale Kontakt, aber auch der Licht-Dunkel-Wechsel, die Umgebungstemperatur, elektrische Wechselfelder, Geräusche u.v.a.m. spielen als Zeitgeber eine Rolle (12, 78, 79, 95, 102, 112). Will man die Spontanfrequenzen der einzelnen biologischen Rhythmen ermitteln, so muß der Einfluß dieser Umweltfaktoren möglichst ganz ausgeschlossen werden, weil selbst geringste Hinweise auf die Tageszeit, z.B. Geräusche, den Probanden auf den 24-Stunden-Tag synchronisieren können (7).

In dieser Untersuchung wurden die freilaufenden Rhythmen der Schlaf-Wach-Periodik, der Körpertemperatur und des Ausscheidungsvolumens einschließlich der Konzentration des freien Cortisols und der Elektrolyte Natrium, Kalium und Kalzium bestimmt. Daneben sollen periodische Veränderungen der Leistungsfähigkeit und subjektiver Empfindungen wie Müdigkeit, Konzentrationsfähigkeit u. dgl. untersucht werden.

1.2 Die Schlafforschung

Seit über 100 Jahren ist der Schlaf Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen, doch erst die Einführung der Elektroencephalographie (EEG) machte seine genaue Analyse möglich (48, 128, 134).

Im Jahre 1935 veröffentlichten Loomis, Harvey und Hobard die erste Klassifikation der elektrischen Gehirnaktivität im Schlaf, ein weiterer bedeutender Schritt war die Beobachtung langsamer und schneller Augenbewegungen bei Schläfern durch Aserinsky und Kleitman im Jahre 1953 (nach 134). Seit 1957 wird der Schlaf nach den von Dement und Kleitman aufgestellten Kriterien in mehrere Schlafstadien und den REM-Schlaf mit unterschiedlichen Wellenmustern im EEG eingeteilt. Diese Einteilung ist noch heute in leicht veränderter Form gebräuchlich, im allgemeinen wird die von Rechtschaffen und Kales vorgeschlagene Technik verwandt (92).

In den letzten Jahren gewann die Schlafforschung zunehmend an Bedeutung. Heute stehen eine Vielzahl von Daten determinierter Schlafvariablen, die unter verschiedenen Versuchsbedingungen und Fragestellungen erhoben wurden, zur Verfügung. In den meisten Fällen wurden diese Daten in Untersuchungseinrichtungen gewonnen, in denen die Versuchspersonen nur die Nacht verbrachten. Dagegen wurden nur relativ wenige Studien in zeitgeberfreien Umgebungen durchgeführt. Bis heute liegen keine Untersuchungsergebnisse der Schlafstruktur in Verbindung mit anderen physiologischen und psychologischen Variablen von Patienten mit primären chronischen Schlafstörungen unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber (42) vor.

So ist das Ziel der vorliegenden Studie, anhand von einem Patienten Veränderungen bzw. Störungen der Schlaf-Wach-Periodik und der Schlafstruktur und eventuelle Wechselwirkungen mit anderen psychophysiologischen Parametern zu beschreiben.

1.3 Der normale Schlaf

Schlafdauer und Schlafstruktur sind u.a. vom Alter (46, 48, 59, 63, 134), Geschlecht (59, 129, 130, 134) und der Jahreszeit abhängig (135), darüberhinaus sogar vom Wetter (19) bzw. der Umgebungstemperatur (90,91) bei einer großen inter- und intraindividuellen Variabilität. So benötigen Kurzschläfer höchstens 6 Stunden Schlaf pro Nacht, Langschläfer dagegen 9 Stunden und mehr (58, 119). Die mittlere Schlafdauer Erwachsener beträgt 7 - 8 Stunden. Für die Beurteilung ist jedoch weniger die absolute Dauer als der subjektiv empfundene Erholungswert maßgebend.

Nach dem Zubettgehen folgt eine kurze Zeit, die sich im EEG als entspannter Wachzustand darstellt. Dann werden nacheinander die Schlafstadien 1 bis 4 durchlaufen. Schlafstadium 1 ist mit einer geringen Weckschwelle verbunden, Stadium 4 mit einer hohen. Nach einer Zeit von 70 bis 100 Minuten tritt die erste REM-Phase auf. Dieser Vorgang wiederholt sich im Verlauf der Nacht ca. 4 - 5mal. Man spricht auch von Schlafzyklen, die jeweils aus einer (längeren) NonREM- (Schlafstadien 1 - 4) und einer REM-Phase bestehen. Die Länge eines Zyklus beträgt zwischen 80 und 110 Minuten. In den ersten Schlafzyklen überwiegen die Schlafstadien 3 und 4, in den späteren Stadium 2 und REM (48, 59, 70, 102, 103, 123, 134).

Der mittlere prozentuale Anteil der einzelnen Schlafstadien am Gesamtschlaf wird wie folgt angegeben:

Stadium 1: 5-8% - Stadium 2: 45-55% - Stadium 3: 5-10%,
Stadium 4: 10-15% - REM-Schlaf: 20-25%.

Die Angaben der einzelnen Autoren sind nicht identisch und sollten weniger als Norm-, sondern eher als Richtwerte verstanden werden. Neben den einzelnen Schlafstadien ist die Anzahl der Stadienwechsel interessant.

Eine besondere Bedeutung haben die Wachzeiten innerhalb der Schlafzeit. Diese werden unterteilt in Wachzeiten vor Schlafbeginn, Wachzeiten innerhalb der Schlafperiode und nach deren

Beendigung. Wachzeiten innerhalb der Schlafperiode beanspruchen bis zu 7% bei gesunden Versuchspersonen mittleren Alters (134).

1.4 Der gestörte Schlaf

Schlafgestörte Patienten klagen über Einschlaf- und Durchschlafstörungen und geben eine verminderte Schlafdauer an. Ein Teil von ihnen erwacht in den frühen Morgenstunden und kann nicht mehr einschlafen. Am Tage fühlen sich die Patienten müde und weniger leistungsfähig, ihr Wohlbefinden ist eingeschränkt. Zusätzlich werden häufig vegetativ-somatische Beschwerden wie Kopfschmerzen angegeben (16, 103).

Schlafstörungen treten in Verbindung mit vielen organischen und psychischen Erkrankungen auf, sie können auch durch ungünstige Umwelteinflüsse hervorgerufen werden. Sind derartige Zusammenhänge nachweisbar, so spricht man von sekundären Schlafstörungen. Diesen stehen die primären gegenüber, deren Ursache nicht ohne weiteres angegeben werden kann (25, 42). Derartige Schlafstörungen werden in der Klassifikation von Hyposomnien der "Association of Sleep Disorders Centers" (abgekürzt "ASDC") unter dem Begriff "psychophysiologische Hyposomnien" zusammengefaßt (16, 96) und in vorübergehende, situationsbedingte und persistierende eingeteilt.

Die vorübergehende Form darf nicht länger als 3 Wochen bestehen. Sie gilt als eindeutiges Beispiel der Auswirkung psychologischer Faktoren auf den Schlaf und normalisiert sich mit Nachlassen der emotionalen Reaktion. Die persistierende psychophysiologische Hyposomnie geht mit Einschlaf- und Durchschlafstörungen einher und wird als das Resultat eines chronischen somatisierten Spannungszustandes verstanden. Der Schlafgestörte hat Angst vor dem Nicht-Einschlafen-Können. Mit diesem Gefühl steigt das Erregungsniveau des Organismus, was u.a. durch Steigerung der Ventilation und Erhöhung der Körpertemperatur direkt meßbar ist (1, 33, 66, 82). So be-

wirken psychologische und physiologische Faktoren, daß die Befürchtung Realität wird (16, 84, 96). In diesem Zusammenhang wird auch von einer negativen Konditionierung des Schlafverhaltens gesprochen (16, 96). Die Patienten schlafen besser, wenn sie von ihrer Familie und gewohnten Umwelt getrennt sind, z.B. im Labor-Versuch, und schlafen auch ein, wenn sie es gar nicht beabsichtigen (50, 84, 96).

Zu den objektiven Kriterien von Schlafstörungen gehören:

- 1) Eine verlängerte Einschlafzeit, die subjektiv oft überschätzt wird.
- 2) Eine leicht verminderte Schlafdauer. Häufig unterschätzen die Patienten die Dauer ihrer Schlafzeit.
- 3) Häufiges Erwachen in der Nacht, oft aus dem REM-Schlaf. Der Wachanteil innerhalb der Schlafzeit ist vermehrt, die Schlafeffizienz vermindert.
- 4) Der Anteil der tiefen Schlafstadien (besonders S-4) kann herabgesetzt sein.
- 5) Es treten viele Stadienwechsel auf.
- 6) Die Anteile der einzelnen Schlafstadien variieren von Nacht zu Nacht.
- 7) Im EEG werden langsame Wellen von schnellen überlagert. Dieses Phänomen wird Alpha-Delta-Schlaf genannt. Es tritt nicht immer auf.
- 8) Bei vielen Patienten bleibt die Muskelaktivität im Schlaf auffallend hoch.

(16, 25, 50, 53, 68, 69, 118)

Die meisten Schlafstörungen treten im mittleren Lebensabschnitt auf (46, 48, 63, 98, 134) und der Anteil der primären wird auf 30% und mehr geschätzt (28, 42, 50, 53, 68, 99, 114).

Untersuchungen zur Persönlichkeit von Schlafgestörten ergaben eine vermehrte neurotische Tendenz mit erhöhten Werten in den Depressions- und Hypochondrie-Skalen psychologischer Tests. Ähnliche Tendenzen wurden auch bei Langschläfern im

Vergleich zu Kurzschläfern festgestellt (33, 42, 53, 58, 63, 66, 78, 100, 114). Die oft geschilderte ängstlich gespannte Selbstbeobachtung der Patienten darf bei der Beurteilung und Therapie dieser Schlafstörung nicht außer Acht gelassen werden (54, 100, 114, 118).

2. Fragestellung

- a) Welche Besonderheiten läßt das Schlaf-Wach-Verhalten bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber erkennen?
- b) Wie reagiert der schlafgestörte Proband psychisch und physisch auf die Isolation? - Bleibt die Schlafstörung in gleichem Maße bestehen, wenn er von zeitgebenden und sozialen Umweltfaktoren abgeschirmt ist?
- c) Unterscheiden sich die circadianen und ultradianen Rhythmen der physiologischen und psychologischen Variablen von denen gesunder Versuchspersonen? - Welche Beziehung besteht zwischen den einzelnen Funktionen?
- d) Ist ein Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Körpertemperatur und der Schlafstruktur nachweisbar?
- e) Hat die Periodik der Cortisol-Konzentration Einfluß auf das Schlaf-Wach-Verhalten?
- f) Wird der Schlaf von der Stimmung beeinflusst? - Haben Schlafdauer und Schlafqualität Auswirkungen auf die Stimmung am nächsten Tag?
- g) Können aus dem Gesamtergebnis dieser Untersuchung therapeutische Konsequenzen abgeleitet werden?

3. Methodik

3.1 Die Versuchsperson

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine Einzelfallstudie. Die Versuchsperson ist männlich, zum Zeitpunkt der Untersuchung 44 Jahre alt, verheiratet und Vater zweier Kinder.

Die Schlafstörung begann nach Angaben des Patienten bereits in der Pubertät in Form von Einschlafstörungen, die möglicherweise durch Konflikte mit seinem Vater ausgelöst worden seien. Zum Zeitpunkt der Erstvorstellung in der Schlafambulanz in München Anfang 1981 klagte der Patient über Durchschlafstörungen und frühes morgendliches Erwachen. Die Einschlafschwierigkeiten seien seltener geworden. Er gibt an, zwischen 5 und 6 Stunden pro Nacht zu schlafen und 4 - 10mal aufzuwachen. Seinen Schlaf nach 3^h morgens bezeichnet er als oberflächlich. Er gehe regelmäßig zwischen 22 und 23^h zu Bett und stehe zwischen 5 und 5.30^h auf. Diese Aussagen entsprechen denjenigen in einem von ihm selbst über längere Zeit ausgefüllten Fragebogen. Die Schlafstörungen träten zu jeder Jahreszeit in gleicher Weise auf, seien witterungsunabhängig und auch Ortsveränderungen führten zu keiner subjektiven Verbesserung der Schlafqualität.

Bei Tage fühle er sich während der Arbeit, die er als belastend empfindet, nicht müde, sei aber gelegentlich irritierbar und "explosiv", was er auf seinen Schlafmangel zurückführt.

Eine umfassende körperliche und neurologische Untersuchung zeigte keine Auffälligkeiten. EKG, EEG und Röntgenaufnahmen des Schädels sowie laborchemische Untersuchungen waren ohne pathologischen Befund.

Laut Anamnese erkrankte die Versuchsperson an Scharlach, Röteln, Masern und einer eitrigen Otitis media. Es wurden eine Herniotomie und eine Tonsillektomie vorgenommen.

Außerdem gibt der Patient an, daß bei ihm der Verdacht auf Herzrhythmusstörungen bestehe. Er ist Nichtraucher und nimmt nur gelegentlich Alkohol zu sich. In unregelmäßigen Abständen nähme er Tabletten aus der Gruppe der Benzodiazepine ein, um besser schlafen zu können. Insgesamt ergibt sich kein Hinweis auf eine die Schlafstörung verursachende organische Erkrankung.

Auch psychisch ist die Versuchsperson weitgehend unauffällig. Es liegt keine nach herkömmlichen Systemen wie ICD-9 oder DSM-III klassifizierbare Gemütskrankung vor. Die Primärpersönlichkeit zeigt leicht anankastische Züge und es finden sich eine gewisse Erregbarkeit und Neigung zum Problematisieren. Besonders beschäftigen den Patienten berufliche Probleme, aber auch familiäre Konflikte sind nicht auszuschließen.

Es wurde die Diagnose einer chronischen, psychophysiologischen Hyposomnie gestellt (16, 96, 100).

3.2 Der Versuchsablauf

Die Versuchsperson fand sich bereit, 12 1/2 Tage in einem der beiden unterirdischen Versuchsräume des Max-Planck-Institutes für Verhaltensphysiologie in Erling-Andechs zu verbringen. Dieser Versuchsraum ist schallisoliert. Nur Außengeräusche mit einer Lautstärke von mehr als 130 Dezibel könnten dort gehört werden (127). Er besteht aus einem 19,7 qm großen Wohn-Schlafraum, einer 3,1 qm großen Küche und einem ebenso großen Duschraum mit WC. Der Aufenthaltsraum war u.a. mit einem Bett mit Leselampe, einem Schreibtisch mit Stuhl, einem Sessel und einem Regal wie ein Appartement möbliert und mit Teppichboden ausgestattet. Das Raumklima regelte eine Klimaanlage, die mit einem Geräusch von ca. 40 Phon arbeitete.

Zur Unterhaltung standen der Versuchsperson ein Plattenspieler und ein Cassettenrecorder zur Verfügung; sie konnte lesen, arbeiten, Sport treiben u.v.a.m. Nicht erlaubt

war Lektüre, die aktuelle Zeitinformation lieferte, wie Tageszeitungen oder Briefe mit Poststempel und Datum. Derartige erhielt der Proband nur auf seinen ausdrücklichen Wunsch hin verspätet und in völlig unregelmäßigen Abständen. Radio- und Fernsehgeräte durften nicht betrieben werden.

Während der Wachperiode konnte der Raum durch eine gleichmäßige Deckenbeleuchtung erhellt werden. Die Leselampe über dem Bett fungierte auch als Indikator für Wach- und Ruhezeiten: Wenn die Versuchsperson morgens erwachte, sollte sie die Lampe einschalten und erst unmittelbar vor Beginn der nachfolgenden Ruhephase wieder löschen. Beide Signale wurden im Vorraum mit einem Zeitmarkenschreiber festgehalten. Am Bett befand sich außerdem ein Schalter, den die Versuchsperson betätigen sollte, wenn sie nachts aufwachte ("Aufwach-Knopf"). Die dadurch ausgelösten Signale wurden ebenfalls im Vorraum registriert.

In der Küche konnten alle Mahlzeiten selbst zubereitet werden. Lebensmittel dafür durften immer für mehrere Tage im voraus bestellt werden. Eine besondere Diät wurde nicht vorgeschrieben. Alkohol in kleinen Mengen (eine Flasche Bier pro Tag) war erlaubt.

Alle wiederholten Vorgänge wie Mahlzeiten (Frühstück, Mittagessen, Abendbrot), sportliche Betätigung, Zeitpunkte des Urinierens und der Defäkation wurden durch Drücken entsprechender Drucktasten auf einer Schalttafel angezeigt und im Vorraum mit dem Zeitmarkenschreiber registriert.

18 je 30 x 30 cm große Kontaktplatten, die unter dem Teppichboden verlegt waren, gaben Aufschluß darüber, wo sich der Proband gerade aufhielt und ermöglichten Aussagen über seine lokomotorische Aktivität. Auch Bewegungen im Bett wurden aufgezeichnet. Weiter wurde die Benutzung aller stromverbrauchenden Geräte im Kontrollraum angezeigt. Auf die Beobachtung des Patienten mit einem Monitor konnte verzichtet werden.

Versuchseinheit und Vorraum waren durch eine 2,1 qm große Schleuse miteinander verbunden, die beiden Türen gegeneinander magnetisch verriegelt, so daß immer nur eine von beiden geöffnet werden konnte. Solange sich die Versuchsperson in der Schleuse aufhielt, ertönte im Vorraum ein lautes akustisches Signal.

Im Schleusenraum befand sich ein großer Kühlschrank, in dem die gefüllten Urinflaschen vorübergehend deponiert wurden.

Die Versuchsperson konnte jederzeit Nachrichten in schriftlicher Form in der Schleuse hinterlassen, in dringenden Fällen auch durch ein akustisches Signal ("Bedarfsruf") darauf aufmerksam machen. Die Betreuer hatten die gleiche Möglichkeit. Grundsätzlich sollte der Kontakt so gering wie nur irgend möglich sein.

In diesem Versuch erhielt die Versuchsperson alles Nötige über die Schleuse (z.B. Lebensmittel, Testmaterial, Lektüre usw.). Die Betreuer betraten den Versuchsraum nur dann, wenn die Elektroden erneuert werden mußten.

Der Versuch gliedert sich in einen kürzeren Teil mit Zeitgebern (Synchronisation) und einen längeren Teil ohne Zeitgeber (Freilauf). Vom 26.7.1982 (15.30^h) bis zum 28.7.1982 (7.00^h) erhielt die Versuchsperson Zeitgeber in Form von akustischen Signalen ("Gongs") in Abständen von drei Stunden, und zwar jeweils um 7.00, 10.00, 13.00, 16.00, 19.00 und 22.00^h.

Während des synchronisierten Versuchsabschnittes wurde mit der Deckenbeleuchtung morgens zwischen 6.45^h und 7.00^h und abends zwischen 22.45^h und 23.00^h eine künstliche Dämmerung erzeugt. In der darauffolgenden Zeit schaltete der Proband die Deckenbeleuchtung nach eigenen Wünschen ein und aus. Indikator für Wach- und Ruhezeiten war, wie oben erwähnt, die Leselampe über dem Bett.

Während des gesamten Versuchszeitraumes war wenigstens einer von insgesamt zwei Betreuern anwesend. Aus dem Wechsel der Versuchsleiter konnten keine Rückschlüsse auf die

Tageszeit gezogen werden.

Der Proband war informiert, daß er den Versuch zu jeder Zeit abbrechen konnte. Die Teilnahme war freiwillig und unentgeltlich.

Der freilaufende Versuchsabschnitt endete am 6.8.1982 um 20.00^h. Danach erhielt der Patient wieder Zeitsignale. Da der Patient aus persönlichen Gründen am nächsten Tag nach Hause zurückkehren mußte, wurde der Versuch am frühen Vormittag des 7.8.1982 beendet.

Zum Vergleich stehen Daten aus Untersuchungen mit Zeitgebern, die im Schlaflabor der Psychiatrischen Universitätsklinik in München durchgeführt wurden, zur Verfügung. Dabei handelt es sich um insgesamt 11 polygraphische Schlafaufzeichnungen, die im Rahmen einer Tryptophan-Studie von Martin Miller im Jahre 1981 vorgenommen wurden, und zweier weiterer, die einer Hormonstudie von Eva Pelzer entnommen sind. Beide Arbeiten sind noch nicht veröffentlicht.

3.3 Erhebung der Daten

Einen Überblick über sämtliche während des gesamten Versuchszeitraumes erhobene Daten gibt Tabelle 1.

3.3.1 Kontinuierlich gemessene Variable

Mittels Telemetrie wurden Gehirnströme, Augenbewegungen rechts und links und submentaler Muskeltonus ständig gemessen. Die Versuchsperson war daher fast ohne Unterbrechung mit 9 Elektroden, die an der Kopfhaut mit Kollodium, ansonsten mit Beckmann-Kleberingen befestigt waren, versehen:

EEG: zentrale paramediane Ableitung (C4A1) mit einer Elektrode

EOG: je eine Elektrode im rechten und linken äußeren Augenwinkel. Die kleinen Elektroden waren vertikal

gegeneinander leicht versetzt, so daß bei ihrer Erneuerung die Position zur Schonung der Haut vertauscht werden konnte.

EMG: 2 Elektroden im Bereich der mm. digastrici submental

Erde: 2 Stirnelektroden

Referenzelektroden am rechten und linken Proc. mastoideus.

Die Signale wurden über einen batteriebetriebenen Sender, den die Versuchsperson in ihrer Brusttasche trug, in den Kontrollraum geleitet und dort mit einem Polygraphen (System "Intrinsic" der Fa. Müller) gemessen und einem Schreibgerät der Fa. Schwarzer nach folgendem Schema aufgezeichnet:

Kanal 1:	EEG -	gegen linkes Mastoid
Kanal 2:	EOG rechts -	gegen rechtes Mastoid
Kanal 3:	EOG links -	gegen rechtes Mastoid
Kanal 4:	EMG -	gegeneinander

Diese Aufzeichnung ist Grundlage der späteren visuellen Schlafstadienanalyse.

Der kontinuierlichen Messung der Körpertemperatur diente ein elektrisches Widerstandsthermometer, das ca. 10 cm tief im Rektum getragen wurde, was nach einer kurzen Eingewöhnungszeit in der Regel nicht mehr als störend empfunden wird. Es war mit einem langen Kabel versehen, das Bewegungsfreiheit innerhalb des gesamten Versuchsraumes einschließlich der Schleuse gewährte. Die Meßwerte wurden zusammen mit der Raumtemperatur fortlaufend im Vorraum mit einem Punktschreiber registriert.

3.3.2 In unregelmäßigen Abständen gemessene Variable

Der Proband war dazu angehalten, möglichst häufig Urin abzugeben. Dies geschah zwischen 3- und 11mal pro Versuchstag (durchschnittlich 8.58mal/die). Der Urin wurde in Einzelgefäßen gesammelt und mit fortlaufenden Nummern versehen. So konnte aus Proben die Ausscheidungsmenge pro Stun-

de für die einzelnen Intervalle berechnet und die Konzentration der Elektrolyte Natrium, Kalium und Kalzium flammenphotometrisch bestimmt werden. Außerdem wurde die Konzentration des freien Cortisols durch eine radioimmunologische Testmethode ("Amerlex Cortisol (^{125}J) Radioimmunoassay Kit" der Firma Amersham Buchler GmbH und Co KG, Braunschweig) ermittelt. Dieser Test ermöglicht die direkte Bestimmung von Cortisol im Serum, Plasma oder Urin bei Konzentrationen zwischen 0 und 60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ (3).

Nach jeder Urinabgabe machte die Versuchsperson zur Feststellung der Leistungsfähigkeit einen logischen Entscheidungstest und einen Durchstreichtest. Letzterer bestand aus Zeilen willkürlich aufeinanderfolgender großer Buchstaben, aus denen alle "E" herausgestrichen werden sollten. Im logischen Entscheidungstest mußten Aussagen wie "A führt B" mit nachfolgenden Buchstabenpaaren, z.B. "AB", verglichen und die Kombination für richtig oder falsch befunden werden. Registriert wurde jeweils die für den Test benötigte Zeit. Anschließend füllte der Proband einen Fragebogen zur Selbstbeurteilung seiner augenblicklichen Befindlichkeit mit Angaben über Müdigkeit, Nervosität, Konzentrationsfähigkeit und dgl. aus.

3.3.3 Fragebogen

3.3.3.1 Nach dem Aufstehen von der Versuchsperson auszufüllende Fragebogen ("Morgenfragebogen")

Der Morgenfragebogen gibt Aufschluß über erinnerliche Träume in der vorausgegangenen Nacht, enthält Angaben über die Schlafqualität und eventuelle Störquellen in der Nacht (z.B. Geräusche), ferner Aussagen über vegetative Störungen (je 5 Möglichkeiten der Einstufung von "stark" bis "nicht") und eine neungradige Beurteilungsskala der aktuell empfundenen Wachheit von "hellwach" bis "todmüde". Zusätzlich wurde an jedem Morgen ein Befindlichkeitsfragebogen (137) ausgefüllt.

3.3.3.2 Vor dem Zubettgehen von der Versuchsperson auszufüllende Fragebogen ("Abendfragebogen")

Der Abendfragebogen enthält Angaben über Tagesaktivität, soziale Kontakte, Sexualität, Stimmung und diese beeinflussende Vorkommnisse, Coffein-, Nikotin- und Alkoholgenuß, die Einnahme von Medikamenten und Ruhe- bzw. Schlafzeiten während des Tages. Es folgt eine zusammenfassende Tagesbeurteilung mit Vergleich der Stimmung zu der am Vortag. Abschließend wurden wie im Morgenfragebogen vegetative Störungen und der aktuelle Wachheitsgrad erfragt und der Befindlichkeitsfragebogen nach v.Zerssen ausgefüllt.

3.3.3.3 Fragebogen vor dem Versuch

Am ersten Tag der Untersuchung erhielt der Proband einen allgemeinen "Fragebogen vor dem Versuch". Mit diesem wurden im wesentlichen Daten zur Person, Kenntnisse über derartige Untersuchungen, geplante Aktivitäten während des Versuchs, Schlafgewohnheiten und -qualität, den üblichen Tagesablauf, Eßgewohnheiten, Medikamenteneinnahme, Hobbies und Gründe, an dieser Untersuchung teilzunehmen, erfragt. Zur vergleichbaren Persönlichkeitsbeurteilung wurden die Ausgabe A des Freiburger Persönlichkeitsinventars (45) und der Fragebogen E.N.NR (26) ausgehändigt, ferner zur Erfassung der vegetativen Labilität der VELA-Fragebogen (43, 44). Ein weiterer Fragebogen "Typologie der circadianen Phasenlage und Chronohygiene" (61, 89) gibt Auskunft über übliche und bevorzugte Zeiten des Zubettgehens und Aufstehens, bevorzugte Tageszeiten für körperliche und geistige Aktivitäten u.ä. und erlaubt eine Klassifikation in "Morgen- und Abendtypen".

3.3.3.4 Fragebogen nach dem Versuch

Zum Abschluß der Untersuchung wurde ein umfangreicher "Fragebogen nach dem Versuch" von der Versuchsperson ausgefüllt, der Informationen lieferte über Tätigkeiten in der Versuchszeit, Umgang mit der Isolation, Auswirkungen des Versuchs auf die Konzentrationsfähigkeit und die Stimmung, eventuelle Zeitinformationen, Störquellen und Ärgernisse, Schlafgewohnheiten und Schlafqualität einschließlich Traumschlaf, Bedürf-

nis nach Bewegung, Eß- und Trinkverhalten, Nikotinguß, Medikamenteneinnahme, den aktuellen Gesundheitszustand, Entbehrungen und die Bereitschaft, an einer derartigen Untersuchung noch einmal teilzunehmen.

Um Vergleiche zu den Fragebögen, die zu Beginn der Untersuchung bearbeitet wurden, zu erhalten und eventuelle, durch den Isolationsversuch ausgelöste Veränderungen aufzuzeigen, wurden das Freiburger Persönlichkeitsinventar (hier: Ausgabe B), der Fragebogen E.N.NR und der VELA-Fragebogen abermals vorgelegt. Darüber hinaus erhielt der Proband ein Diagramm zur persönlichen Schätzung der Länge der einzelnen Versuchstage und seiner jeweiligen Aktivitätszeit. Weniger bekannte Fragebögen sind im Anhang beigelegt.

3.4. Auswertung der Daten und angewandte Statistik

3.4.1 Beurteilungskriterien der Aktivitäts- und der Ruhezeiten anhand der polygraphischen Aufzeichnungen

Bei einem Papiervorschub von 10mm pro Sekunde entspricht eine Seite der Aufzeichnung einem Zeitraum von 30 Sekunden. Jede Seite wurde einzeln bewertet, die Aktivitätszeiten nach den von Nedopil und Rütger, die Ruhezeiten nach den von Rechtschaffen und Kales (88, 92) vorgegebenen Kriterien.

3.4.1.1 Stadieneinteilung der Aktivitätszeit

Hier werden insgesamt vier Stadien unterschieden, deren Einteilung auf einer Artefakt-Analyse des EEGs beruht:

Stadium 9: Höchste körperliche Aktivität.

Muskelbewegungen bewirken Störungen in allen vier Kanälen, EEG- und EOG-Aufzeichnungen sind nicht mehr ablesbar.

Stadium 8: Mittelgradige Aktivität.

Muskelaktivität stört die Aufzeichnung in einem oder zwei Kanälen. Das EEG ist nicht ablesbar, Augenbewegungen sind erkennbar.

Stadium 7: Geringgradige Aktivität.

Alle Kanäle sind gut abzulesen, gemischtwelliges EEG, deutliche Augenbewegungen (z.B. beim Lesen), relativ hoher Muskeltonus.

Stadium 6: Entspannter Wachzustand bei geschlossenen Augen.

Im EEG dominiert Alpha-Aktivität im Frequenzbereich von 8-12 Hz. Vergleichsweise geringer Muskeltonus.

Diese Stadieneinteilung der Aktivität war etwas problematisch, weil z.B. Kaubewegungen durch die submental platzierten Elektroden eine sehr hohe Muskelaktivität (Stadium 9) anzeigten, während eine sportliche Aktivität u.U. nur als Stadium 8 zur Darstellung kam. Mit Hilfe der Information über Mahlzeiten, Sport etc. durch die Schalttafel ließ sich diese Ungenauigkeit jedoch korrigieren.

3.4.1.2 Kriterien zur Bestimmung der Schlafstadien (nach Rechtschaffen und Kales, 1968)

Der Schlaf wurde in insgesamt fünf Stadien (1, 2, 3, 4 und REM) eingeteilt. Wachzeiten erhielten die Bezeichnung "Stadium 0" (S-0), hier ohne Berücksichtigung der dabei auftretenden Muskelaktivität, Epochen mit hoher Bewegungsaktivität ohne erkennbare Schlafunterbrechung wurden "Movement-Time" (MT) genannt.

Die einzelnen Schlafstadien werden wie folgt definiert:

Stadium 1: Relativ niedergespanntes (maximal 50-75 μ V), gemischtwelliges EEG mit einem hohen Anteil von Wellen im Frequenzbereich von 4-8 Hz (Theta-Wellen). Es tritt u.a. als Übergangsstadium beim Einschlafen auf und ist dabei manchmal sekundenlang von langsamen, pendelnden Augenbewegungen begleitet. Der Anteil der im entspannten Wachzustand vorherrschenden Alpha-Aktivität (8-12 Hz) geht mit zunehmender Schlaftiefe zurück. In späteren Abschnitten können monophasische Vertex-Wellen mit einer Amplitude bis zu 200 μ V auftreten.

Stadium 2: Charakteristische Merkmale sind Schlafspindeln und K-Komplexe. Spindeln haben eine Dauer von mindestens 0,5 Sekunden und bestehen aus einer Serie von Wellen mit Frequenzen zwischen 12 und 14 Hz zu- und wieder abnehmender Amplituden. Ein K-Komplex ist eine bipolare Welle mit einer negativen und unmittelbar folgenden positiven Auslenkung und dauert ebenfalls wenigstens 0,5 Sekunden.

Ansonsten relativ niederspanniges, gemischtwelliges EEG; beim Übergang zum nächsttieferen Schlafstadium 3 können bis zu 20% langsamer Wellen im Frequenzbereich von 1 - 4 Hz mit einer hohen Amplitude ($75\mu\text{V}$ und mehr) auftreten, sog. Delta-Wellen.

Stadium 3: 20 bis 50% der Epoche bestehen aus Delta-Wellen mit Frequenzen von nicht mehr als 2 Hz und einer minimalen Amplitude von $75\mu\text{V}$.

Stadium 4: Wenigstens 50% Delta-Aktivität.

Stadium

REM: Niedergespanntes, gemischtwelliges EEG in Verbindung mit einem sehr niedrigen Muskeltonus und meist in Serien auftretenden, schnellen Augenbewegungen (REM = Rapid-Eye-Movement). Es können Serien monophasischer Wellen, sog. Sägezahnwellen auftreten.

Diese Methode der visuellen Schlafstadienanalyse ist sehr zuverlässig. Für die Auswertung eines Polygramms durch mehrere Personen geben Moses und Mitarbeiter eine Reliabilität von 85 bis 94% an (86, 138).

3.4.1.3 Definition weiterer Schlafvariablen

Zur quantitativen und qualitativen Beurteilung der Ruhezeiten wurden die nachfolgend definierten Schlafvariablen verwendet:

- a) Zeit im Bett (Total Time in Bed = TIB).
Zeitraum vom Löschen bis zum Wiedereinschalten der Leselampe. Identisch mit der Ruhezeit **g**.
- b) Schlafzeit (Sleep Period Time = SPT).
Zeitraum vom ersten Auftreten von Schlafstadium 2 bis zum letzten Schlafstadium der Nacht (Stadium 1, 2, 3, 4 oder REM).
- c) Echte Schlafzeit (Total Sleep Time = TST).
Ruhezeit (TIB) abzüglich aller Wachzeiten: Stadien 1, 2, 3, 4, REM und MT.
Oft wird unter der echten Schlafzeit die Schlafzeit ohne Wachzeiten verstanden. Da der Patient aber vor dem ersten Auftreten von Stadium 2 oft relativ viel Zeit im Wachzustand und im Stadium 1 verbringt, wird die echte Schlafzeit hier wie angegeben definiert.
- d) Schlaffeffizienz (SE).
Verhältnis von echter Schlafzeit zur Ruhezeit. Die Angabe kann als Ergebnis des Quotienten oder als Prozentwert erfolgen.
- e) Schlaflatenz (Einschlafzeit, S-2-Latenz).
Zeitraum vom Löschen der Leselampe bis zum ersten Auftreten von Schlafstadium 2.
Einige Autoren definieren als Einschlafzeitpunkt das erste Auftreten von Stadium 1. Aus den oben beschriebenen Gründen (c) wurde hier das Stadium 2 vorgezogen.
- f) Weitere Latenzen.
Innerhalb der Einschlafzeit ist der Zeitraum vom Löschen der Leselampe bis zum ersten Auftreten von Stadium 1 von Bedeutung (S-1-Latenz). Weiter wurde der Zeitraum vom Löschen der Leselampe bis zum ersten Auftreten von Stadium REM ermittelt (S-REM-Latenz).
Die Latenzen der Schlafstadien 3 und 4 (auch Tiefschlaf latenzen genannt) sind auf den Einschlafzeitpunkt bezogen (2-3-Latenz, 2-4-Latenz). Weiter wird die REM-Latenz in Bezug auf den Einschlafzeitpunkt angegeben (2-REM-Latenz).

- g) Letztes Erwachen am Morgen (Terminale Wachzeit, Early Morning Awakening = EMA).

Zeitraum vom Ende der Schlafzeit bis zum Wiedereinschalten der Leselampe (ausschließlich S-0).

- h) Anzahl und Dauer der einzelnen Wachzeiten (S-0) innerhalb der Ruhe- und der Schlafzeit (Awakenings, Arousals).

Für die Beurteilung der "Durchschlafgüte" spielt die Anzahl der Schlafunterbrechungen und die jeweilige Dauer eine entscheidende Rolle. Weiter ist der Abstand zwischen den einzelnen Wachzeiten interessant. Der Proband wurde gebeten, einen am Bett befindlichen Schalter ("Aufwach-Knopf") zu betätigen, wenn er in der Nacht aufwachte. Die Anzahl der auf diese Weise registrierten Wachzeiten soll der anhand des Polygramms ermittelten gegenübergestellt werden.

- i) Prozentuale Anteile der einzelnen Schlafstadien an der Ruhezeit und an der Schlafzeit (%TIB, %SPT). Die Berechnung der jeweiligen Anteile der einzelnen Stadien (Stadium 1, 2, 3, 4, REM, MT und Wach) gibt einen guten Überblick über die Zusammensetzung der Ruhe- und der Schlafzeit. Darüber hinaus erlaubt dieses Vorgehen einen Vergleich mit entsprechenden, an gesunden und kranken Versuchspersonen ermittelten Werten (interindividuelle Variabilität) und einen Vergleich aufeinanderfolgender Nächte (intraindividuelle Variabilität).

- j) Drittelung der Nacht

Hier sind die Anteile der einzelnen Stadien in Minuten und in Prozentwerten für jedes einzelne Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit angegeben. Der Vergleich der Werte der einzelnen Drittel ermöglicht Aussagen über die Verteilung der einzelnen Stadien im Verlauf der Nacht. Außerdem können gleiche Drittel verschiedener Nächte (z.B. Synchronisation/Freilauf) miteinander verglichen werden.

k) Stadienwechsel (StW).

Die Anzahl der Stadienwechsel gibt Auskunft darüber, ob im Verlauf der Nacht viele längere Abschnitte in bestimmten Schlafstadien verbracht wurden oder ob ein stetiger Wechsel der einzelnen Stadien erfolgte. Häufige REM-Schlafunterbrechungen kommen beispielsweise in einer höheren Anzahl von Stadienwechseln zum Ausdruck.

Hier wurde die absolute Anzahl der Stadienwechsel und die Anzahl pro Stunde für die Ruhezeit, die Schlafzeit und für jedes einzelne Drittel dieser Variablen ermittelt. Weiter wurden die Stadienwechsel im einzelnen untersucht.

l) Fehlzeiten (F).

Die ununterbrochene Aufzeichnung macht Fehlzeiten durch Papierwechsel u.ä. unvermeidbar. Innerhalb der Ruhezeiten wurden alle Fehlzeiten, sofern sie nicht länger als 15 Minuten dauerten, linear interpoliert. Die Anzahl der Stadienwechsel ist ohne Berücksichtigung der Fehlzeiten angegeben.

m) REM-Episoden (REM-Phasen, REM-Perioden, REMP).

Eine REM-Sequenz besteht aus einer ununterbrochenen Folge von REM-Epochen im Polygramm. Wird der REM-Schlaf von anderen Stadien unterbrochen und dauert die Unterbrechung nicht länger als 10 Minuten, so werden die einzelnen REM-Sequenzen einschließlich der dazwischenliegenden Zeiten zu einer REM-Episode zusammengefaßt. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Anzahl der REM-Episoden pro Nacht, die Dauer der einzelnen REM-Episoden und die zeitliche Verteilung ermittelt.

n) NonREM-Episoden (REM-Intervalle, NonREM-Phasen, NREMP).

Die Schlafstadien 1, 2, 3 und 4 werden unter dem Begriff NonREM-Schlaf zusammengefaßt. Zu einer NonREM-Episode zählen die angegebenen Stadien einschließlich Wachzeiten und Movement-Time.

o) REM-NonREM-Zyklen.

Ein Zyklus besteht jeweils aus einer NonREM- und einer REM-Episode. Dabei werden REM-NonREM- und NonREM-REM-Zyklen unterschieden. Hier ist die Dauer von beiden angegeben. Die Dauer eines REM-NonREM-Zyklus ist der Zeitraum vom Beginn einer REM-Episode bis zum Beginn der darauffolgenden REM-Episode.

p) REM-Dichte.

Unter diesem Begriff wird die Anzahl der schnellen Augenbewegungen innerhalb einer REM-Episode verstanden. Diese werden folgendermaßen gezählt: Jede 30-Sekunden-Epoche im Polygramm ist in 10 Untereinheiten mit einer Dauer von 3 Sekunden gegliedert. Gezählt wird die Anzahl der Subepochen mit charakteristischen Augenbewegungen.

q) Kurzfristige Tonuserhöhungen im EMG.

Eine vorübergehende Erhöhung des Muskeltonus, die die Aufzeichnung von EEG und EOG nicht störend beeinflusste, wurde zusammen mit dem jeweiligen Schlafstadium registriert.

3.4.1.4 Das Schlafprofil

Einen guten Gesamtüberblick über viele Schlafvariable gibt die graphische Darstellung der Stadienanalyse, das sog. Schlafprofil. Die Abszisse ist eine Zeitachse (Dauer der Ruhezeit in Stunden mit Angabe der Ortszeit), auf der Ordinate sind die einzelnen Stadien übereinander aufgeführt. Mit Hilfe des resultierenden Diagramms kann die Anzahl der REM-Episoden und die jeweilige Dauer leicht festgestellt und eine Aussage über ihre zeitliche Verteilung gemacht werden. Sind die Abstände zwischen den einzelnen Episoden annähernd gleich groß, so spricht dies für eine strenge ultradiane Schlafstruktur, ungleiche Abstände lassen eine Störung des zyklischen Schlafablaufs vermuten. In diesem Zusammenhang ist auch die Anzahl und Dauer von Wachzeiten

von großer Bedeutung. Schlafunterbrechungen und Unterbrechungen des REM-Schlafs sind im Schlafprofil unmittelbar erkennbar. Auch die Häufigkeit der Stadienwechsel läßt sich grob abschätzen.

3.4.1.5 Die Schlafanalyse

Zum Vergleich stehen Polygramme von insgesamt 25 Nächten zur Verfügung. Dabei wird zwischen Versuchsbedingungen mit Zeitgebern in München und Andechs und Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber (nur in Andechs) unterschieden.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Aufzeichnungen der Nächte 1981 (vgl. 3.2) im Rahmen einer Arzneimittelstudie erfolgten. Der Proband erhielt 1 - 2g L-Tryptophan pro Nacht, während er in den anderen Untersuchungsabläufen nicht medikamentös behandelt wurde. Demzufolge sind die Ergebnisse der Schlafanalyse dieser Nächte nur bedingt mit denen unter Versuchsbedingungen ohne Medikation vergleichbar.

Die Schlafvariablen jeder einzelnen Nacht sind in den Tabellen 1 bis 24 im Anhang aufgeführt, darüber hinaus die jeweiligen Mittelwerte und Standardabweichungen der Variablen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Um den Zusammenhang zwischen der Schlafstruktur und anderen physiologischen Variablen, hier der Körpertemperatur und Cortisolkonzentration zu untersuchen, wurde die zeitliche Beziehung der Minima zur Mitte der Ruhezeit festgestellt (vgl. 3.4.2.4), außerdem die Lage der Temperaturminima innerhalb der Schlafzeit, deren Gesamtdauer 100% entspricht. Der Zeitpunkt, zu dem das Temperaturminimum auftritt, entspricht einem Wert zwischen 0 und 100%.

So lassen sich die Bedingungen "Minimum vor der Mitte der Ruhezeit" bzw. "Minimum nach der Mitte der Ruhezeit" und, bezogen auf die Körpertemperatur, "Minimum zu Beginn, vor und nach der Mitte der Schlafzeit und am Ende der Schlafperiode" unterscheiden (vgl. Tab.25a und 25b im Anhang). Dieses Vorgehen erschien sinnvoll, um die Ergebnisse dieser Studie mit denen anderer Untersucher vergleichen zu können.

3.4.2 Die Analyse weiterer physiologischer Vorgänge.

Zur Beschreibung der einzelnen physiologischen Variablen wurden viele Begriffe aus der Rhythmusforschung verwendet, deren Definitionen dem Glossarium zu entnehmen sind. Grundsätzlich sollen Werte aus dem synchronisierten Versuchsabschnitt mit Werten aus dem zeitgeberfreien Intervall verglichen werden. Leider stehen nur wenige Meßwerte aus ersterem zur Verfügung, weil dieser Abschnitt in Anbetracht der Kürze des Gesamtversuchs sehr kurz gehalten werden mußte. Zum Teil können jedoch Werte aus anderen Untersuchungen mit Zeitgebern (s. 3.2) zum Vergleich herangezogen werden.

3.4.2.1 Die Ruhe-Aktivitätsperiodik.

Ein Aktivitäts-Ruhe-Zyklus besteht jeweils aus einer Wach- und einer Ruheperiode. Dabei werden Ruhe-Aktivitätszyklen mit der Aktivitätszeit am Ende (τ_{AE}) und Aktivitäts-Ruhezyklen mit der Aktivitätszeit am Beginn (τ_{AB}) unterschieden. Aufschlußreich ist darüber hinaus das Verhältnis der Aktivitätszeit zur vorausgehenden (g_v) und zur nachfolgenden Ruhezeit (g_n).

Hier wurde die Dauer der einzelnen Zyklen ermittelt und für den Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber der Mittelwert mit Standardabweichung berechnet.

3.4.2.2 Die Rektaltemperatur.

Die Bestimmung der Extremwerte erfolgte visuell und lieferte mit einer Ausnahme für jeden Aktivitäts-Ruhezyklus eindeutige Minima und Maxima. Um die mittlere Periodendauer zu

berechnen, wurden die zeitlichen Abstände von einem zum darauffolgenden Minimum ermittelt und für den Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber Mittelwert und Standardabweichung gebildet.

Dieses Verfahren erschien sinnvoll, weil alle Minima innerhalb der Ruhezeiten des Probanden lagen und im Gegensatz zu den Maxima durch körperliche Aktivität wie sportliche Betätigung, Mahlzeiten u.ä. nicht beeinflussbar waren. Außerdem wurden sämtliche Meßwerte des freilaufenden Versuchsabschnittes einer modifizierten Periodenanalyse (vgl. Wever, 1979, S.17-24/Lit.127) unterworfen und mit dieser Methode die exakte mittlere Periodendauer und das Signifikanzniveau der Rhythmizität ermittelt.

Zuletzt erfolgte eine Glättung der Temperaturwerte, um größere Schwankungen innerhalb kleiner Zeiträume auszugleichen, indem jeweils drei (in der Vergleichsuntersuchung vier) in einer Stunde gemessene Werte gemittelt wurden (gleitende Mittelwerts-Bildung). Die Berechnung der mittleren Periodendauer im Freilauf anhand dieser Temperaturwerte führte annähernd zum gleichen Ergebnis wie die Periodenanalyse.

Die in München 1982 im Rahmen der Hormon-Studie von E. Pelzer gemessenen Temperaturwerte sind höher als die in Andechs gemessenen. Dies ist vermutlich auf eine unterschiedliche Eichung der Meßvorrichtungen zurückzuführen.

3.4.2.3 Ausscheidungsvolumen, freies Cortisol und Elektrolyte

Für jedes Zeitintervall wurde die jeweilige Gesamtmenge bzw. -konzentration ermittelt und in die pro Stunde ausgeschiedene Menge umgerechnet ($\mu\text{g/h}$ bzw. mval/h). Minima und Maxima sind hier keine zeitlich eindeutig bestimmbaren Ereignisse und so wird als ihr Erscheinungszeitpunkt der mittlere Zeitwert des entsprechenden Intervalls angenommen. Zur Berechnung der einzelnen Periodenlängen wurden, wie oben beschrieben, die zeitlichen Abstände der Minima verwendet und mit allen Meßwerten aus dem Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber die Periodenanalyse durchgeführt.

3.4.2.4 Phasenbeziehung der Scheitelwerte (Rektaltemperatur und freies Cortisol im Urin) zur Mitte der Aktivitäts- und der Ruhezeiten.

Frühere Isolationsexperimente führten zu der Erkenntnis, daß z.B. die Phasenbeziehung zwischen dem Rhythmus der Aktivität und der Körpertemperatur bei freilaufender Periodik eine andere ist als bei Synchronisation (13, 79, 126, 138).

Um die Phasenbeziehung verschiedener Funktionen zueinander unter Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber zu beschreiben, erwies sich die Mitte der Aktivitäts- bzw. Ruhezeiten als günstige Bezugsgröße. Sie erhält die Bezeichnung 0 Grad. Der Zeitraum von der Mitte der Aktivitätszeit bis zur Mitte der vorausgehenden Ruhezeit entspricht -180 Grad, der Zeitraum von der Mitte der Aktivitätszeit bis zur Mitte der nachfolgenden Ruhezeit +180 Grad. Entsprechendes gilt bei der Wahl der Ruhezeitmitte als Referenzpunkt. Nun kann die Abweichung der einzelnen Extremwerte in Winkelgraden berechnet werden. Bei freilaufender Periodik sind diese Werte besser vergleichbar als in Stunden angegebene. Voraussetzung für den Vergleich der Phasenbeziehung verschiedener Funktionen zueinander ist, daß sie die gleiche Periodendauer haben, was für die hier untersuchten Variablen annähernd zutrifft.

3.4.3 Testbeurteilung

a) Leistungstests

Um die Leistungs- bzw. Konzentrationsfähigkeit des Probanden im Verlauf der Aktivitätsperiodik beurteilen zu können, wurde jeweils die zur Lösung des Tests benötigte Zeit in Sekunden registriert und die Tageszeiten, zu denen die Tests durchgeführt wurden, in die entsprechende Stunde der Aktivitätszeit umgerechnet. Auf diese Weise lassen sich die durchschnittlichen Testergebnisse für jede Stunde der Wachzeit ermitteln und miteinander vergleichen.

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse jedes einzelnen Versuchstages zu einem Tagesmittelwert zusammengefaßt. Abschließend erfolgte eine Prüfung, ob die Testergebnisse von anderen physiologischen Größen abhängig sind.

b) Selbstbeurteilungsskalen

Zur subjektiven Beurteilung der Stimmungsvariablen Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität standen vier je 9 cm lange Skalen zur Verfügung, auf denen von der Versuchsperson der momentanen Verfassung entsprechend Strichmarkierungen zwischen "groß" und "gering" angebracht werden sollten. Die jeweilige Strecke wurde ausgemessen und als Punktwert zwischen 0 und 90 angegeben. Hohe Werte kennzeichnen geringe Müdigkeit und Nervosität, niedrige Werte einen hohen Grad von Zufriedenheit und Konzentrationsfähigkeit.

Zur Einschätzung der Müdigkeit wählte die Versuchsperson Strecken zwischen 23 und 87 mm, zur Beurteilung der Zufriedenheit zwischen 10 und 45 mm, für die Konzentrationsfähigkeit zwischen 24 und 54 mm und für die Nervosität zwischen 41 und 89 mm.

Insgesamt bewegen sich die Einzelwerte und die Tagesmittelwerte der Variablen Konzentrationsfähigkeit und Nervosität jedoch nur innerhalb sehr kleiner Intervalle, so daß die Unterschiede eher als zufällig als beabsich-

tigt angesehen werden müssen. Ansonsten wurden die Testergebnisse wie die Ergebnisse der Leistungstests behandelt.

c) Stimmungsfragebogen morgens und abends (Bf-S)

Nach dem Aufstehen und vor dem Zubettgehen füllte der Proband einen ausführlichen Stimmungsfragebogen mit insgesamt 28 Items (polare Eigenschaftspaare) aus. Jede positive Antwort wurde mit 0 Punkten, jede indifferente mit 1 Punkt und jede negative mit 2 Punkten bewertet. Das bedeutet: je geringer die Punktsomme, desto besser die Stimmung (Score 0-56). Wahlländer (120) stuft Punktsommen über 22 als Ausdruck depressiver Verstimmung ein.

Die einzelnen Testergebnisse wurden an jedem Morgen und Abend ermittelt und die Tagesdurchschnittswerte errechnet. Zur genaueren Analyse von Stimmungsschwankungen wurden alle 28 Items in neun Gruppen zusammengefaßt:

Gruppe 1: Grundstimmung	(Item 3,7,8,13)
Gruppe 2: Innere Ruhe	(Item 5,12,18,24)
Gruppe 3: Entschlußfreudigkeit	(Item 6,19,23)
Gruppe 4: Geborgenheit	(Item 16,17)
Gruppe 5: Selbstwertgefühl	(Item 4,11,26,28)
Gruppe 6: Schuldgefühl	(Item 15)
Gruppe 7: Elan	(Item 1,21,25,27)
Gruppe 8: Geselligkeit	(Item 2,10,14)
Gruppe 9: Körperliches Wohlbefinden	(Item 9,20,22).

Jede dieser Stimmungsvariablen ließ sich separat betrachten. Stimmungsänderungen wurden auch hier mit der Schlaffeffizienz der vorausgegangenen Nacht verglichen.

d) Morgenfragebogen

Über Träume unmittelbar vor dem Aufwachen und im Verlauf der Nacht geben die Fragen I und II Auskunft, die Fragen 1 bis 7 über die Schlafqualität. Zur vergleichenden Beurteilung wurden die Antworten auf die zuletzt genannten Fragen mit Punkten bewertet:

Frage 1, 2 und 3:

Schlafqualität allgemein, Einschlafzeit und Durchschlafgüte

besser als üblich	0 - 9 Punkte
unverändert	10 Punkte
schlechter als üblich	11 - 20 Punkte

Frage 4: Awakenings

nein	0 Punkte
ja	Anzahl multipliziert mit 1 Punkt

Frage 5:

ruhiger/unruhiger Schlaf

(5 vorgegebene Antwortmöglichkeiten)

sehr ruhig	1 Punkt
sehr unruhig	5 Punkte

Frage 6:

letztes Erwachen am Morgen

spontan	0 Punkte
nicht spontan	1 Punkt

Frage 7:

Störquellen

(6 Störquellen, 4 vorgegebene Möglichkeiten, um das Ausmaß der Störung anzugeben)

nicht gestört	1 Punkt
sehr gestört	4 Punkte.

Maximal können bei dieser Frage 24 Punkte erreicht werden, wenn jede Störquelle als sehr störend empfunden wird.

Allgemein gilt: Je höher die Punktzahl, desto schlechter ist die Beurteilung. Die Punktsommen der einzelnen Nächte können miteinander verglichen und Zusammenhänge mit anderen Variablen untersucht werden.

Auch die Aussagen über vegetative Störungen (16 Symptome mit 4 vorgegebenen Möglichkeiten für das Ausmaß der Störung) und der aktuelle Wachheitsgrad (9 vorgegebene Antwortmöglichkeiten) ließen sich durch entsprechende Punktwerte quantifizieren:

Symptom nicht vorhanden:	0	Punkte
Symptom kaum - stark vorhanden:	1 - 4	Punkte
Wachheitsgrad: hellwach	1	Punkt
totmüde	9	Punkte.

e) Abendfragebogen

Der Abendfragebogen enthält insgesamt 40 Fragen, die zum Teil mit eigenen Worten, zum Teil durch Ankreuzen vorgegebener Antwortmöglichkeiten zu beantworten waren.

Die ersten 29 Fragen ließen sich in sechs Gruppen zusammenfassen:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1) Leistung | (Frage 1, 2 und 4) |
| 2) Kontakt | (Frage 3, 5, 6 und 27) |
| 3) Sexualität | (Frage 7 - 10) |
| 4) Tageseindrücke und Stimmung | (Frage 11 - 13, 15 - 17, 19, 26, 28 und 29) |
| 5) Nahrungs- und Genußmittelkonsum | (Frage 14, 18, 20 - 23) |
| 6) Ruhezeiten innerhalb der Wachzeit | (Frage 24 und 25). |

Jeder Antwort wurde auch hier ein ihr entsprechender Punktwert zugeordnet, ebenso den folgenden 11 Fragen mit je 5 vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, mit denen der Tagesablauf zusammenfassend beurteilt und die augenblickliche Befindlichkeit mit der des Vortages verglichen werden sollte (s.u. Punktbewertung für den Abendfragebogen). Zuletzt mußte die gleiche Liste vegetativer Beschwerden wie im Morgenfragebogen ausgefüllt und der aktuelle Wachheitsgrad angegeben werden.

Punktbewertung für den Abendfragebogen

1) Leistung

Frage 1a: körperliche Aktivität

3	Stunden	=	1 Punkt
2	Stunden	=	2 Punkte
1,5	Stunden	=	3 Punkte
1	Stunde	=	4 Punkte
0,5	Stunden	=	5 Punkte

Frage 1b: geistige Aktivität

13	Stunden	=	1 Punkt
12	Stunden	=	2 Punkte
11	Stunden	=	3 Punkte
10	Stunden	=	4 Punkte

Frage 4: Aktivitätsgrad

sehr groß	=	1 Punkt
sehr gering	=	5 Punkte

Frage 2: Beurteilung der Tagesaktivität

sehr zufriedenstellend	=	1 Punkt
nicht zufriedenstellend	=	5 Punkte (4-19 Pkt.)

2) Kontakt

Frage 3: sozialer Kontakt

sehr viel	=	1 Punkt
sehr wenig	=	5 Punkte

Frage 5: besondere Kontakte

ja	=	0 Punkte
nein	=	1 Punkt

Frage 6: Beurteilung von Frage 5

sehr zufriedenstellend	=	1 Punkt
nicht zufriedenstellend	=	5 Punkte

Frage 27: Kontaktbedürfnis

sehr gern	=	1 Punkt
gar nicht	=	5 Punkte (3-16 Pkt.)

3) Sexualität

Frage 7: sexueller Antrieb

sehr stark	=	1 Punkt
sehr gering	=	5 Punkte (1-5 Pkt.)

Die Fragen 8 - 10 entfallen.

4) Tageseindrücke und Stimmung

Frage 11: belastende Erlebnisse

sehr gering = 1 Punkt
 sehr stark = 5 Punkte

Frage 15: Ärger

nicht geärgert = 1 Punkt
 sehr stark geärgert = 5 Punkte

Frage 16: Anhalten des Ärgers

jetzt nicht mehr = 1 Punkt
 immer noch sehr stark = 5 Punkte

(Frage 17: Grund des Ärgers)

Frage 12: erfreuliche Erlebnisse

sehr stark = 1 Punkt
 sehr gering = 5 Punkte

Frage 28: herzliches Lachen

ja = 0 Punkte
 nein = 1 Punkt

Frage 29: Erlebnisse, die den Tagesablauf beeinflussten

nein = 0 Punkte
 ja = 1 Punkt

Frage 13: Stimmungsschwankungen

sehr ausgeglichen = 1 Punkt
 starke Schwankungen = 5 Punkte

Frage 19: Stimmung abends im Vergleich zur Stimmung morgens

viel besser = 1 Punkt
 viel schlechter = 5 Punkte

Frage 26: Bedürfnis nach Ortswechsel

gar nicht = 1 Punkt
 sehr stark = 5 Punkte

(7-37 Pkt.)

5) Nahrungs- und Genußmittelkonsum

Frage 20: Hungergefühl

stark = 1 Punkt
 gering = 5 Punkte

Frage 21: Durstgefühl

gering	=	1 Punkt
stark	=	5 Punkte

Frage 14: anregende Getränke

Der Proband trank Tee und entkoffeinierten Kaffee (4 - 8 Tassen pro Tag).

Punktzahl = Anzahl der Tassen

Frage 23: alkoholische Getränke

Punktzahl = Anzahl Flaschenbier

Frage 18: Zigaretten

Der Proband ist Nichtraucher

0 Punkte

Frage 19: Medikamente

Es durfte keine Medizin im Verlauf der Untersuchung eingenommen werden.

0 Punkte (7-20 Pkt.)

6) Ruhezeiten während der Wachzeit

Frage 24: tagsüber hingelegt

Frage 25: tagsüber geschlafen

ja	=	1 Punkt	
nein	=	0 Punkte	(0-2 Pkt.)

Die minimale Punktsomme ist 22, die maximale 99.

Je höher die Punktsomme, desto mehr Fragen wurden negativ beantwortet.

Fragen zum Tagesablauf

Auswirkung von Tageseindrücken auf die Stimmung,
die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit

positiv	= 1 Punkt	
negativ	= 5 Punkte	(3-15 Pkt.)

Körperliche Verfassung

gut in Form	= 1 Punkt	
schlecht in Form	= 5 Punkte	(1-5 Pkt.)

Gesamtbeurteilung des Tagesablaufs

Die Antworten

"viel gearbeitet - körperlich/geistig
nicht anstrengend - nicht belastend -
erfolgreich und insgesamt angenehm"
wurden jeweils mit 1 Punkt bewertet,

davon abweichende Antworten mit nega-
tivem Inhalt mit bis zu 5 Punkten.

(6-30 Pkt.)

Befindlichkeit jetzt im Vergleich zum Vortag

deutlich besser	= 1 Punkt	
deutlich schlechter	= 5 Punkte	(1-5 Pkt.)

Minimale Punktsumme: 11 Punkte

Maximale Punktsumme: 55 Punkte

Im letzten Testabschnitt "vegetative Beschwerden" und
"aktueller Wachheitsgrad" können 1 bis 73 Punkte erreicht
werden, so daß die gesamte Punktsumme zwischen 34 und 227
liegt.

Behandlung weiterer Fragebogen

Die allgemeinen Fragebogen vor und nach dem Versuch enthal-
ten überwiegend offene Fragen, deren Beantwortung zusammenfas-
send wiedergegeben wurde.

Der Erhebungsbogen zur "Typologie der circadianen Phasenlage
und Chronohygiene" (89), das Freiburger Persönlichkeitsin-
ventar in den Halbformen A und B (45), der Fragebogen
E.N.NR zur Extraversion, neurotischen Tendenz und Rigidität
(26) und der VELA-Fragebogen zur Erfassung der vegetativen
Labilität (43) wurden nach standardisierten Verfahren ausge-
wertet.

4. Ergebnisse

4.1 Physiologische Parameter

4.1.1 Wach- und Ruhezeiten

Im synchronisierten Versuchsabschnitt zu Beginn der Untersuchung ruhte die Versuchsperson in der ersten Nacht 9,61 Stunden, war daraufhin am zweiten Versuchstag 16,23 Stunden wach und ruhte in der zweiten Nacht 8,21 Stunden.

Sie zeigt hier ein normales Verhältnis von Aktivitäts- zu Ruhezeit von annähernd 2:1 (2.Versuchstag: Wachzeit α zu nachfolgender Ruhezeit g_n : 1,98:1).

Am 3.Versuchstag nach dem letzten akustischen Zeitsignal um 7.00^h morgens suchte der Proband ohne Kenntnis der Ortszeit bereits nach einer Aktivitätszeit von 13,44 Stunden seine Ruhestätte auf und verbrachte dort in der dritten Nacht 10,36 Stunden.

Am vierten bis elften Versuchstag hatten die Wachzeiten eine Dauer von 13,61 Stunden (10.Versuchstag) bis 17,22 Stunden (5.Versuchstag), durchschnittlich von 14,99 Stunden $\pm 1,22$ Stunden.

Die Ruhezeiten nahmen zwischen 7,6 Stunden (5.Nacht) und 10,73 Stunden (10.Nacht), im Durchschnitt $9,5 \pm 1,04$ Stunden in Anspruch.

Durch die im Verhältnis kurzen Aktivitätszeiten und die langen Ruhezeiten werden die Quotienten Aktivitätszeit/vorherige Ruhezeit und Aktivitätszeit/nachfolgende Ruhezeit kleiner:

α/g_v : (Spannbreite 1,33-1,85) im Durchschnitt $1,58 \pm 0,17$;

α/g_n : (Spannbreite 1,27-2,27) im Durchschnitt $1,61 \pm 0,31$.

Das Verhältnis nähert sich dem Wert 3:2.

Die Dauer der Ruhe-/Wachperioden (τ_{AE}) beträgt demnach zwischen 21,63 Stunden (5.Nacht und 6.Tag) und 27,35 Stunden (4.Nacht und 5.Tag), durchschnittlich $24,85 \pm 1,76$ Stunden; die Dauer der Wach-/Ruheperioden (τ_{AB}) zwischen 23,37

Stunden (11.Tag) und 25,59 Stunden (7.Tag), im Durchschnitt $24,49 \pm 0,82$ Stunden. Insgesamt nimmt also die Länge eines Versuchstages, bestehend aus einer Wach- und einer Ruhezeit, im Vergleich zum normalen 24-Stunden-Tag unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber etwas zu.

Der Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber endete am Abend des zwölften Versuchstages um 20.00^h. In Kenntnis der realen Tageszeit ging die Versuchsperson an diesem Tag vermutlich früher zu Bett als dies im weiteren Verlauf des Freilaufs der Fall gewesen wäre, so daß sich die Aktivitätszeit des 12. Versuchstages auf den extrem niedrigen Wert von 12,13 Stunden verkürzt. Die nachfolgende Ruhezeit mit einer Dauer von 7,09 Stunden ist ebenfalls verkürzt, weil der Versuch vereinbarungsgemäß am frühen Morgen des dreizehnten Versuchstages endete. Beide Werte blieben bei der Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung unberücksichtigt. Die Variablen der einzelnen Versuchstage sind in Tabelle 2 aufgeführt. Eine graphische Übersicht gibt die Abbildung 1.

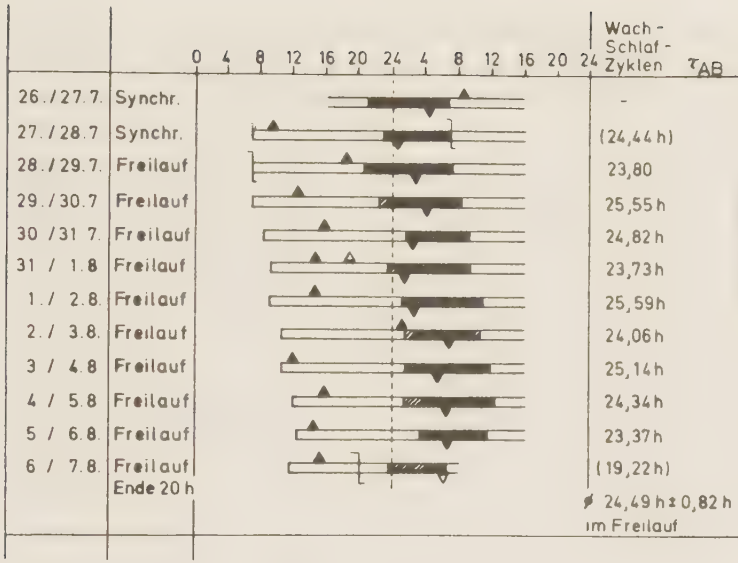


Abb. 1 Wach- und Ruhezeiten.
Circadiane Periodik bei Versuchsbedingungen
mit und ohne Zeitgeber.

Die aufeinanderfolgenden Aktivitäts-Ruhe-Zyklen sind zeitgerecht untereinander dargestellt. Leere Balken kennzeichnen die Aktivitätszeiten, schwarze Balken die Schlafperioden und straffierte Bereiche Ruhezeiten vor und nach den Schlafperioden. Die senkrechten Klammern zeigen Anfang und Ende des freilaufenden Versuchsabschnittes an. Schwarze Dreiecke markieren die Erscheinungszeitpunkte der Maxima und Minima der Körpertemperatur, leere Dreiecke die Erscheinungszeitpunkte von nicht eindeutigen Temperatur-Scheitelwerten.

4.1.2 Die Körpertemperatur

Innerhalb jeder Aktivitäts-Ruhe-Periode ließ sich mit nur einer Ausnahme (2 Maxima am 6. Versuchstag) ein eindeutiger Höchst- und Tiefstwert der Körpertemperatur ermitteln. Die Einzelwerte sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Alle Maxima lagen innerhalb der Aktivitätszeiten des Probanden, die Mehrzahl (8 von 9 Maxima im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber) jeweils in der ersten Hälfte der Aktivitätszeit. Dabei ergab sich kein Anhalt für einen zeitlichen Zusammenhang mit sportlicher Betätigung oder Nahrungsaufnahme (vgl. Tabelle 5 und Abbildung 2).

Im Freilauf betrugen die Höchstwerte zwischen $36,78^{\circ}\text{C}$ (3. Versuchstag) und $37,1^{\circ}\text{C}$ (7. und 10. Versuchstag) mit einem Mittelwert von $36,95 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Die Spannbreite von $0,32^{\circ}\text{C}$ zwischen dem höchsten und tiefsten gemessenen Maximum ist gering.

Die Temperaturminima fielen ausnahmslos in die Ruhezeiten der Versuchsperson und hatten Werte zwischen $35,5^{\circ}\text{C}$ (7. Nacht) und $35,85^{\circ}\text{C}$ (10. Nacht). Mit einer Spannbreite von $0,35^{\circ}\text{C}$ lagen sie innerhalb eines vergleichbar großen Temperaturintervalls wie die Maxima.

Es fällt auf, daß die Minima in der dritten bis siebenten zeitgeberlosen Nacht im Durchschnitt mit $35,62 \pm 0,09^{\circ}\text{C}$ etwas niedriger waren als die Minima der achten bis elften Nacht mit einem Mittelwert von $35,76 \pm 0,08^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturdifferenz zwischen den höchsten und tiefsten in jeder Aktivitäts-Ruhe-Periode gemessenen Werten bewegt sich zwischen $1,05^{\circ}\text{C}$ und $1,45^{\circ}\text{C}$. Für die zeitgeberfreien Versuchstage ergibt sich eine mittlere Schwingungsbreite von $1,27 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$. Im Vergleich ist die Schwingungsbreite im synchronisierten Versuchsabschnitt mit $1,12^{\circ}\text{C}$, in der Vergleichsuntersuchung mit $1,0^{\circ}\text{C}$, etwas geringer. Hier steht jedoch jeweils nur ein Wert zum Vergleich zur Verfügung.

Auf ein Minimum folgt nach einem Zeitraum von 5 bis 22.58 Stunden im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber ein Maximum, im Durchschnitt nach 12.33 ± 5.06 Stunden. Die zeitliche Differenz von Minimum zu Minimum beträgt zwischen 22.17 und 28.33 Stunden mit einem Mittelwert von 24.67 ± 1.89 Stunden. Die genauere Periodenanalyse ergab eine signifikante, circadiane Periodik mit einer Dauer von 24.5 Stunden ($p > 0.0001$).

Eine weitere relativ konstante Beobachtung, hier ohne Berücksichtigung der verschiedenen Versuchsabschnitte, ist die, daß die Körpertemperatur in der ersten halben Stunde nach dem Aufstehen um durchschnittlich $0.18^{\circ}\text{C} \pm 0.075^{\circ}\text{C}$, in der zweiten halben Stunde nach dem Aufstehen um $0.2^{\circ}\text{C} \pm 0.104^{\circ}\text{C}$ und insgesamt innerhalb der ersten Stunde der Aktivitätszeit um $0.38^{\circ}\text{C} \pm 0.145^{\circ}\text{C}$ ansteigt. Dementsprechend fällt sie in der ersten halben Stunde der Ruhezeit um durchschnittlich $0.37^{\circ}\text{C} \pm 0.07^{\circ}\text{C}$, in der zweiten halben Stunde nochmals um $0.11^{\circ}\text{C} \pm 0.067^{\circ}\text{C}$, insgesamt in der ersten Stunde der Ruhezeit um $0.47^{\circ}\text{C} \pm 0.11^{\circ}\text{C}$ (vgl. Tabelle 5).

Auch nach Glättung der Temperaturwerte befanden sich die niedrigsten Werte jeder Aktivitäts-Ruhe-Periode ohne Ausnahme innerhalb der Ruhezeiten der Versuchsperson und waren in der 1. bis 5. Nacht und in der 7. bis 12. Nacht eindeutig. In der 6. Nacht führt die Glättung zu zwei Temperaturminima mit einem Abstand von drei Stunden, wobei das zweite Minimum dieser Nacht plateaumäßig über einen Zeitraum von zwei Stunden bestehen bleibt.

Die geglätteten Temperaturtiefstwerte betragen zwischen 35.62°C in der 7. Nacht und 35.87°C in der 1. Nacht, liegen also insgesamt nicht mehr als 0.25°C auseinander.

Unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern bewegten sich die Werte der Temperaturminima zwischen 35.72°C und 35.87°C mit einem Durchschnittswert von $35.8^{\circ}\text{C} \pm 0.11^{\circ}\text{C}$, unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber zwischen 35.62°C und 35.85°C mit einem Mittelwert von $35.75^{\circ}\text{C} \pm 0.08^{\circ}\text{C}$. Im Frei-

lauf sind sie also im Mittel etwas niedriger als unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern.

Die höchsten Werte der Körpertemperatur lagen auch nach Glättung ausnahmslos innerhalb der Aktivitätsperioden des Probanden. Eindeutige Temperaturmaxima fanden sich so am 1., 3. bis 6. und 8. bis 11. Versuchstag, am 2., 7. und 12. Versuchstag waren es jeweils zwei Maxima mit unterschiedlichen zeitlichen Abständen. Das Temperaturmaximum des ersten Versuchstages ist nicht eindeutig, da die Messung der Rektaltemperatur erst um 16.00^h begann, am letzten Versuchstag ist es durch das frühe Ende der Messung um 7.00^h nicht feststellbar. So ergibt sich für den synchronisierten Versuchsabschnitt nur ein Temperaturtageshöchstwert von 36,87°C um 9.30^h und um 12.00^h. Im Freilauf bewegten sich die Temperaturmaxima nach Glättung zwischen 36,67°C und 36,97°C.

Die Schwingungsbreite zwischen den höchsten und tiefsten Temperaturwerten der einzelnen Versuchstage beträgt im synchronisierten Versuchsabschnitt 1,0°C, im freilaufenden Versuchsabschnitt zwischen 0,85°C und 1,3°C, im Mittel 1,06°C $\pm$ 0,14°C.

Die Periodendauer beträgt im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber durchschnittlich 24,48 Stunden $\pm$ 1,83 Stunden bei einer Spannweite von 21,5 bis 28,25 Stunden. Dieser Wert kommt dem anhand der Periodenanalyse ermittelten sehr nahe.

Abb. 2 Rektaltemperatur
Verlauf an jedem Versuchstag

Im oberen Teil des Diagramms ist der Temperaturverlauf des Probanden vom 14.11.82 bis 16.11.82 unter synchronisierten Versuchsbedingungen in München aufgezeichnet, im unteren Teil der Temperaturverlauf unter Versuchsbedingungen mit (SYN) und ohne Zeitgeber (FL) in Andechs vom 26.7.82 bis 7.8.82.

Aktivitäts- (α) und Ruheperioden (ϱ) sind jeweils durch eine senkrechte, gestrichelte Linie voneinander abgegrenzt. Die schwarzen Dreiecke heben die Erscheinungszeitpunkte der Minima und Maxima hervor. Um eventuelle Temperaturveränderungen bei bestimmten Vorgängen zu erkennen, wurden die Zeitpunkte der Mahlzeiten (F = Frühstück; M = Mittagessen; A = Abendbrot), sportlicher Betätigung (S), nächtlichen Erwachens mit Drücken des "Aufwach-Knopfes" (o) und Aufstehens in der Nacht (Φ) markiert.

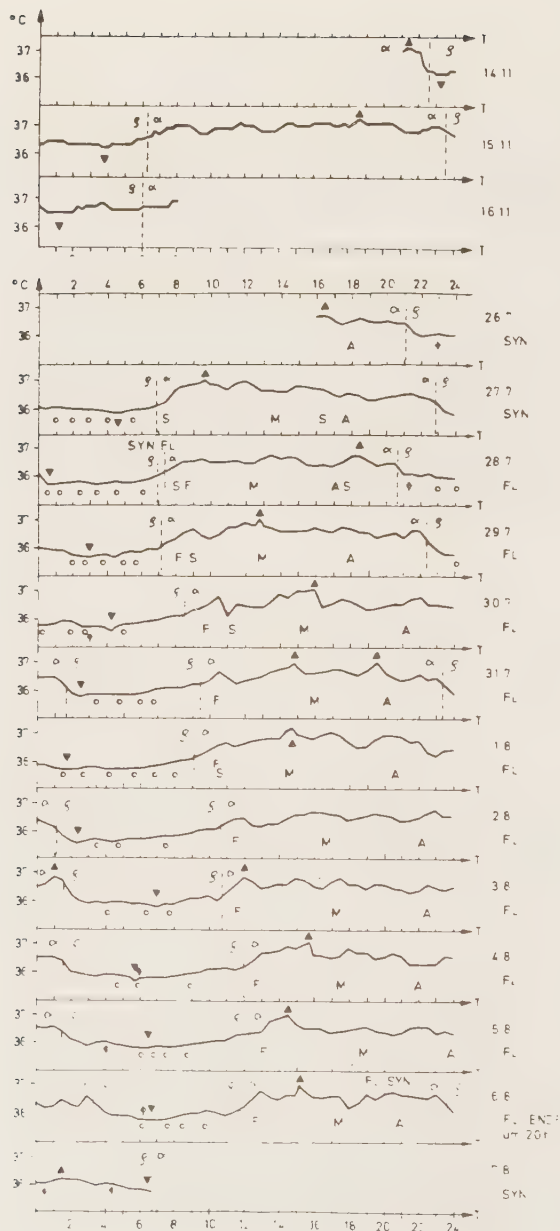


Abb. 2 Rektaltemperatur.
Verlauf an jedem Versuchstag.

4.1.3 Das Cortisol

Die höchsten Ausscheidungsraten lagen in der Mehrzahl innerhalb der Wachzeiten des Probanden mit Konzentrationen von $4.94\mu\text{g/h}$ (9. Versuchstag) bis $14.66\mu\text{g/h}$ (2. Versuchstag). Dabei war die mittlere Maximal-Konzentration im synchronisierten Versuchsabschnitt mit $10.56 \pm 5.8\mu\text{g/h}$ höher als im freilaufenden mit durchschnittlich $7.79 \pm 2.4\mu\text{g/h}$. Es fällt auf, daß die Maxima am 3. und 4. Versuchstag vergleichsweise hohe Werte von $9.01\mu\text{g/h}$ und $12.05\mu\text{g/h}$ aufweisen und in den folgenden sechs Versuchstagen auf Werte zwischen $8.54\mu\text{g/h}$ (5. Versuchstag) und $4.94\mu\text{g/h}$ (9. Versuchstag) fallen. Der Mittelwert für diese sechs Tage berechnet sich auf $6.44 \pm 1.18\mu\text{g/h}$. Am 11. Versuchstag tritt wieder eine hohe Ausscheidungsrate von $10.44\mu\text{g/h}$ auf.

Zeitlich fielen die Maxima sowohl in die Ruhezeiten (5., 10. und 11. Versuchstag) als auch in die Wachzeiten. Ein bevorzugter Erscheinungszeitpunkt ist nicht feststellbar. Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber treten die Maxima in Bezug auf die Ruhe-Aktivitätsperiode im Durchschnitt früher auf als im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern.

Die Minima der Cortisolausscheidung betragen zwischen $0.79\mu\text{g/h}$ (12. Versuchstag) und $1.99\mu\text{g/h}$ (8. Versuchstag), weichen also sehr viel weniger voneinander ab als die Maxima. Der Mittelwert für den gesamten Versuchszeitraum ist $1.36 \pm 0.35\mu\text{g/h}$, für den synchronisierten Versuchsabschnitt $1.14 \pm 0.34\mu\text{g/h}$ und für den zeitgeberlosen $1.44 \pm 0.34\mu\text{g/h}$.

Alle minimalen Ausscheidungsraten liegen in einem Zeitintervall von 6.12 Stunden (Maxima 15.87h), am 1. bis 4., 9., 10. und 12. Versuchstag innerhalb der Ruhezeiten des Probanden, am 5. bis 8. und 11. Versuchstag am Ende der Aktivitätszeiten. Die zeitliche Beziehung der Cortisol-Minima zur Mitte der Aktivitäts- bzw. Ruhezeit ist im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben.

Die Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten, an einem Versuchstag gemessenen Cortisol-Konzentration im Urin beträgt

3.7 bis 13.49 $\mu\text{g}/\text{h}$. Sie ist bei Synchronisation mit einem Mittelwert von $9.58 \pm 5.53 \mu\text{g}/\text{h}$ höher als im Freilauf mit durchschnittlich $6.35 \pm 2.51 \mu\text{g}/\text{h}$.

Auch die Konzentration des freien Cortisols zeigt eine deutliche circadiane Periodik mit einem errechneten Mittelwert von 24.11 ± 2.58 Stunden im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber. Die Periodenanalyse führte zu einem Wert von 24.3 Stunden ($p > 0.0001$).

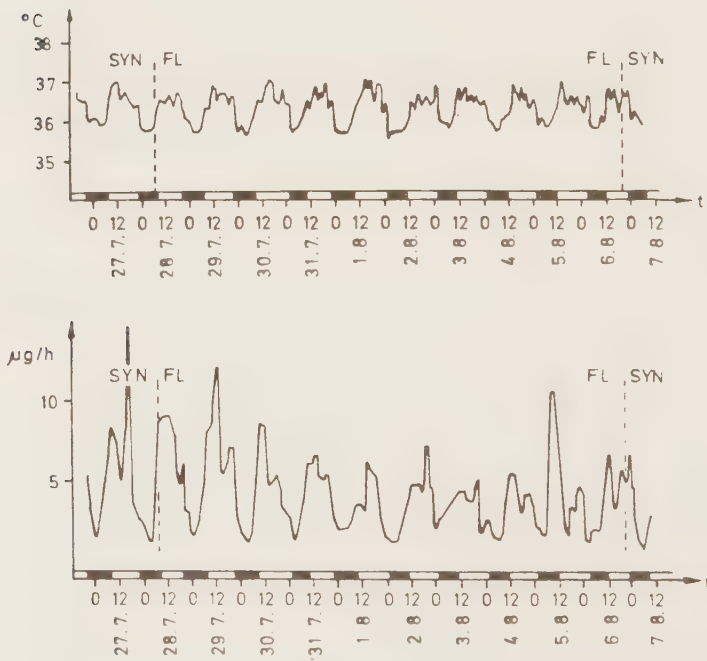


Abb. 3a Rektaltemperatur u. Cortisolkonzentration im Urin. Verlauf über die Tage (Andechs).

Im oberen Teil des Diagramms sind die Veränderungen der Körpertemperatur, im unteren Teil die der Cortisol-Konzentration im Urin über alle Versuchstage zeitgerecht dargestellt. Versuchsabschnitte mit Zeitgebern (SYN) werden von freilaufenden (FL) durch senkrechte, gestrichelte Linien abgegrenzt. Schwarze Balken kennzeichnen die Ruheperioden, leere Balken die Aktivitätsperioden der Versuchsperson.

Zum Vergleich stehen Meßwerte der 1982 in München von E. Pelzer durchgeführten Untersuchung zur Verfügung. Die Cortisol-Konzentration im Plasma zeigt hier einen normalen Tagesgang mit Maxima am frühen Vormittag und einem Minimum um Mitternacht (vgl. Abb. 3b).

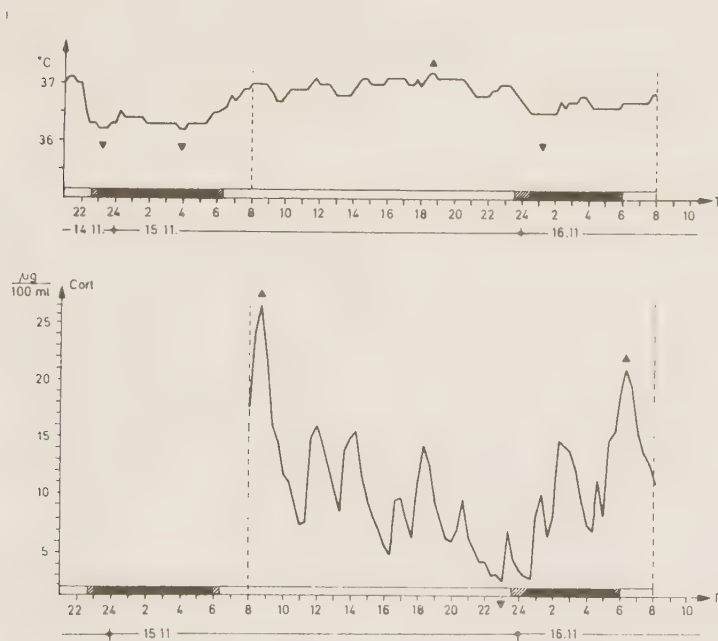


Abb. 3b Rektaltemperatur u. Cortisol-Konzentration im Blut. Verlauf über die Tage (München 1982)

Im oberen Teil des Diagramms ist der Temperaturverlauf, im unteren Teil die Cortisol-Konzentration im Blut dargestellt. Schwarze Dreiecke verdeutlichen die Minima und Maxima, leere Balken unter den Kurven kennzeichnen die Aktivitätsperioden, schwarze Balken die Schlafperioden der Versuchsperson und straffierte Balken Ruhezeiten vor und nach den Schlafperioden.

Die erste Nacht ist eine Adaptationsnacht, der die eigentliche 24stündige Untersuchung mit synchroner Messung der Körpertemperatur (fortlaufend) und der Cortisol-Konzentration im Blut (3 Blutentnahmen pro Stunde) folgt. Diese Zeitspanne ist durch senkrechte, gestrichelte Linien kenntlich gemacht.

4.1.4 Phasenbeziehung der Scheitelwerte der Rektaltemperatur und des freien Cortisols im Urin zur Mitte der Aktivitäts- und der Ruhezeiten

Die Mitte der Aktivitätszeit ist im synchronisierten Versuchsabschnitt 14:48, bei der Vergleichsuntersuchung 14:56, d.h. annähernd die gleiche Tageszeit. Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber verschiebt sich dieser Wert nach und nach zum frühen Abend hin mit einem Mittelwert von 17:11 $\pm$ 2.02 Stunden (vgl. Abb.4).

Untersucht wurde die Lagebeziehung der ihr vorausgehenden und nachfolgenden Temperatur- und Cortisol-Minima und der nächstliegenden Höchstwerte dieser beiden Variablen. Sämtliche Einzelwerte sind in Tabelle 7a und 7b aufgeführt. Die Abbildungen 5 und 6 geben die Lagebeziehungen für die einzelnen Versuchstage und den Verlauf graphisch wieder.

Das vorausgehende Temperaturminimum tritt in der Vergleichsuntersuchung -225.84° vor der Aktivitätsmitte auf; im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs beträgt die negative Abweichung durchschnittlich $-178.84^{\circ} \pm 54.89^{\circ}$, ist also geringer. Im freilaufenden Versuchsteil liegt die mittlere negative Abweichung bei $-193.16^{\circ} \pm 25.9^{\circ}$.

Dabei fällt auf, daß die Temperaturminima am 4. bis 8. Versuchstag um durchschnittlich $-200.52^{\circ} \pm 32.85^{\circ}$ von der Aktivitätszeitmitte abweichen, am 9. bis 12. Versuchstag im Durchschnitt um -183.98° . Hier ist die negative Abweichung deutlich geringer.

Das Temperaturmaximum weicht sowohl in positiver als auch in negativer Richtung von der Aktivitätsmitte ab. Am 8. Versuchstag ist die Abweichung mit einem Wert von $+107.37^{\circ}$ positiv, am darauffolgenden Versuchstag mit einem Wert von -91.85° negativ. Die durchschnittliche Abweichung im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber beträgt $-12.8^{\circ} \pm 61.14^{\circ}$.

Ähnlich variabel verhält sich das Cortisolmaximum mit Abweichungen von -189.96° am 11. Versuchstag bis $+6.45^{\circ}$ am 9. Versuchstag. Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber liegt es in acht von neun Fällen vor der Aktivitätsmitte mit einer gemittelten Abweichung von $-79.69^{\circ} \pm 66.83^{\circ}$. Das vor der Aktivitätsmitte auftretende Cortisol-Minimum tritt im synchronisierten Versuchsabschnitt im Mittel mit einer negativen Abweichung von $-220.43^{\circ} \pm 21.57^{\circ}$ auf. Im Freilauf liegt es im Durchschnitt $-257.65^{\circ} \pm 37.87^{\circ}$ vor der Aktivitätsmitte.

Das der Mitte der Aktivitätszeit folgende Temperaturminimum verhält sich unter allen Versuchsbedingungen ähnlich. In der Vergleichsuntersuchung zeigt es eine positive Abweichung von $+156.31^{\circ}$, bei Synchronisation weicht es um $+146.56^{\circ}$ von der Aktivitätsmitte ab und im Freilauf um durchschnittlich $+166.02^{\circ} \pm 25.45^{\circ}$. Am 4. bis 8. Versuchstag beträgt die mittlere Abweichung $+161.05^{\circ} \pm 32.01^{\circ}$, am 9. bis 12. Versuchstag $+172.24^{\circ} \pm 16.38^{\circ}$.

Das nachfolgende Cortisolminimum tritt in der Vergleichsuntersuchung um 23 Uhr mit einer positiven Abweichung von $+122.22^{\circ}$ auf. Im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern findet es sich um 1:30 Uhr mit einer positiven Abweichung von $+157.61^{\circ}$, im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber ergibt sich im Mittel eine positive Abweichung von $+103.18^{\circ} \pm 34.17^{\circ}$.

Die Mitte der Ruhezeit liegt in der Vergleichsuntersuchung mit Zeitgebern in München gemittelt bei 2:37 Uhr ± 20 min, im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs bei 2:27 Uhr ± 48 min. Im Verlauf der Versuchstage ohne Zeitgeber verlagert sich der entsprechende Zeitpunkt nach und nach in die frühen Morgenstunden mit einem Mittelwert von 5:19 Uhr ± 1 h50min (vgl. Abb.4).

Untersucht wurde die Beziehung der vorherigen und nachfolgenden Temperatur- und Cortisol-Maxima und der nächstliegenden Temperatur- und Cortisol-Minima zur Mitte der Ruhezeit. Sämtliche Gradabweichungen mit Mittelwerten und Standardabweichungen für die verschiedenen Versuchsbedingungen sind den Tabellen 8a und 8b zu entnehmen.

Die Abbildung 6 entspricht der Abbildung 5 und zeigt die Abweichung der einzelnen Extremwerte für die einzelnen Versuchstage und Veränderungen innerhalb der Dauer der gesamten Untersuchung.

Die der Ruhezeitmitte vorausgehenden und nachfolgenden Temperaturhöchstwerte weisen im Freilauf große Spannbreiten auf: Das vor der Ruhezeit liegende Maximum weicht um -267.97° bis -72.58° , im Mittel $-191.18^{\circ} \pm 64.76^{\circ}$ von der Mitte der Ruhezeit ab. Das nachfolgende Maximum zeigt Abweichungen zwischen $+88.1^{\circ}$ und 286.88° , die mittlere Abweichung beträgt $+171.12^{\circ} \pm 64.94^{\circ}$.

Von Versuchstagen mit Zeitgebern in Andechs und München steht jeweils nur ein Wert zum Vergleich zur Verfügung, der annähernd mit den in Andechs unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber ermittelten Werten übereinstimmt.

Die Spannbreiten der Abweichungen der entsprechenden Cortisol-Maxima sind vergleichbar groß: Die vor der Mitte der Ruhezeit liegenden Höchstwerte zeigen eine mittlere Abweichung von $-265.13^{\circ} \pm 76.48^{\circ}$ bei einer Spannbreite von 217.12° , die der Ruhezeitmitte folgenden Höchstwerte eine mittlere Abweichung von $100.04^{\circ} \pm 67.29^{\circ}$ bei einer Spannbreite von 198.24° . Der Verlauf der beiden Kurven läßt keine Beziehung der Parameter zueinander erkennen, auch keine eindeutige Beziehung zur Mitte der Ruhezeit.

Die Minima der Körpertemperatur streuen in ihrer Abweichung von der Mitte der Ruhezeit weniger. In der Vergleichsuntersuchung beträgt die negative Abweichung des Minimums -23.74° , im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs im Durch-

schnitt $+3.28^{\circ} \pm 51.85^{\circ}$ bei einer Spannbreite von 73.33° . Die Temperaturminima der Nächte ohne Zeitgeber treten vor und nach der Mitte der Ruhezeit auf. Die mittlere Abweichung beträgt $-12.5^{\circ} \pm 24.77^{\circ}$, die Spannbreite 63.45° . Es fällt auf, daß die Temperaturtiefstwerte der 8. bis 11. Nacht besonders wenig von der Bezugslinie abweichen: Das Minimum der 8. Nacht mit einer positiven Abweichung von $+13.23^{\circ}$, die folgenden Minima mit negativen Abweichungen von -13.39° , -4.83° und -10.53° . Für diese vier Nächte ergibt sich eine mittlere Abweichung von $-3.88^{\circ} \pm 11.95^{\circ}$, während die mittlere Abweichung der 3. bis 7. Nacht im Freilauf $-19.39^{\circ} \pm 31.4^{\circ}$ beträgt.

Die Cortisolminima liegen ohne Ausnahme vor der Mitte der Ruhezeit mit negativen Abweichungen von -57.83° in der Vergleichsuntersuchung in München, -22.34° im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs und durchschnittlich $-76.8^{\circ} \pm 33.28^{\circ}$ im freilaufenden Versuchsabschnitt. Dabei fällt auf, daß sich die Minima von der 2. bis 8. Nacht fast kontinuierlich von der Ruhezeitmitte entfernen. In der 9. Nacht nähert sich das Minimum der Ruhezeitmitte und entfernt sich in der 10. und 11. Nacht wieder von dieser.

Betrachtet man den Verlauf der Abweichungen von Temperatur- und Cortisolminima über die Nächte ohne Zeitgeber, so könnte ein Zusammenhang zwischen beiden bestehen, denn die Cortisolminima liegen ausnahmslos vor den Temperaturminima und die Kurvenverläufe sind ähnlich (vgl. Abb.6).

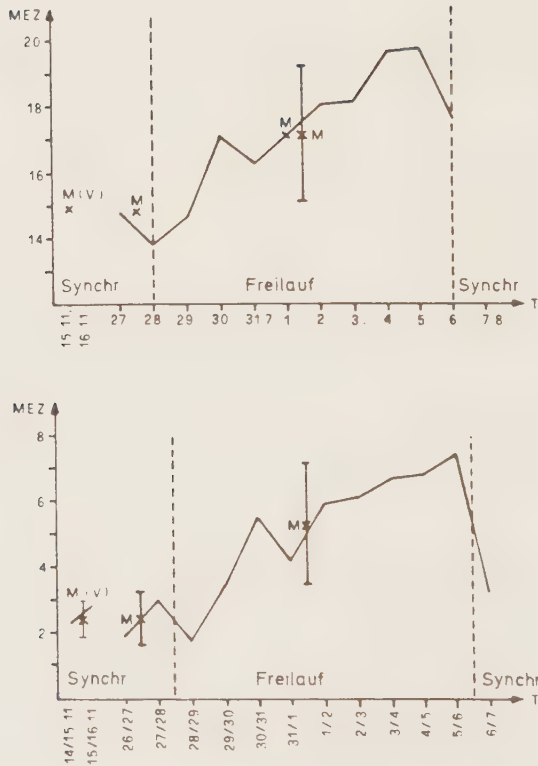


Abb. 4 Aktivitäts- und Ruhezeitmitte.
Veränderungen bezüglich der Tageszeit im Verlauf der gesamten Untersuchung in Andechs mit Vergleichswerten aus München (1982).

Im oberen Diagramm ist die Mitte der Aktivitätszeiten der aufeinanderfolgenden Versuchstage als Tageszeitwert dargestellt, im unteren Diagramm entsprechend die Mitte der Ruhezeiten. Die Kurven zwischen den senkrechten gestrichelten Linien machen die tageszeitliche Verschiebung im Verlauf des Versuchsabschnittes ohne Zeitgeber deutlich. Zum Vergleich sind die Mittelwerte mit Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen eingezeichnet. M(V) = München 1982; M = Andechs Synchronisation und Freilauf.

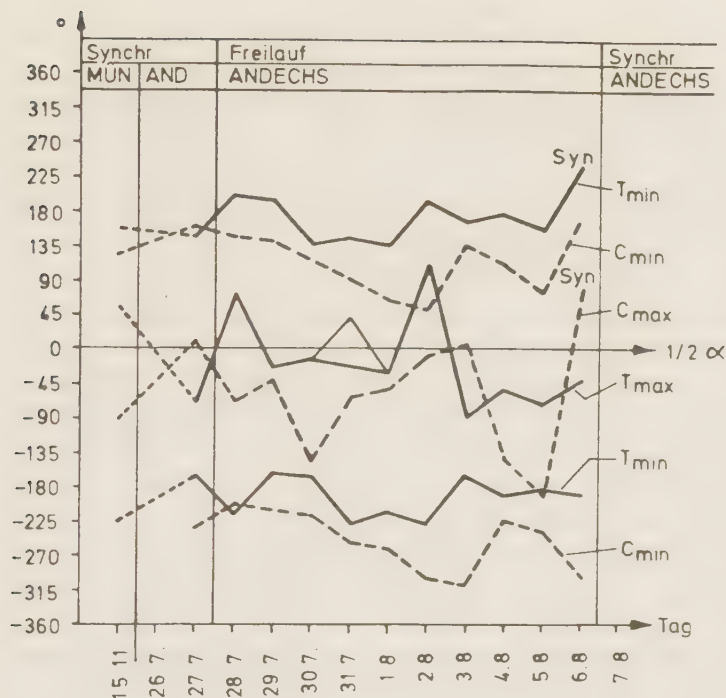


Abb. 5 Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte. Abweichung von der Aktivitätsmitte an den aufeinanderfolgenden Tagen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Bezugslinie ist die Mitte der Aktivitätszeit ($1/2 \alpha$). Hier ist die zeitliche Abweichung der Scheitelwerte von dieser in Winkelgraden dargestellt. (-180°) entsprechen dem Zeitraum von der Mitte der Aktivitätszeit (0°) bis zur Mitte der vorherigen Ruhezeit, $+180^\circ$ dem Zeitraum von der Mitte der Aktivitätszeit bis zur Mitte der nachfolgenden Ruhezeit. Dargestellt ist die zeitliche Abweichung von der der Aktivitätsmitte vorausgehenden und folgenden Temperatur- und Cortisol-Minima und der ihr nächstgelegenen Maxima. T_{min} = Temperaturminimum; T_{max} = Temperaturmaximum. C_{min} = Cortisolminimum; C_{max} = Cortisolmaximum.

Die unter verschiedenen Versuchsbedingungen gemessenen Werte sind durch senkrechte Linien voneinander abgegrenzt. Die Bezeichnung "Syn" über Werten aus dem freilaufenden Versuchsabschnitt bedeutet, daß diese in den letzten, synchronisierten Versuchsabschnitt fallen.

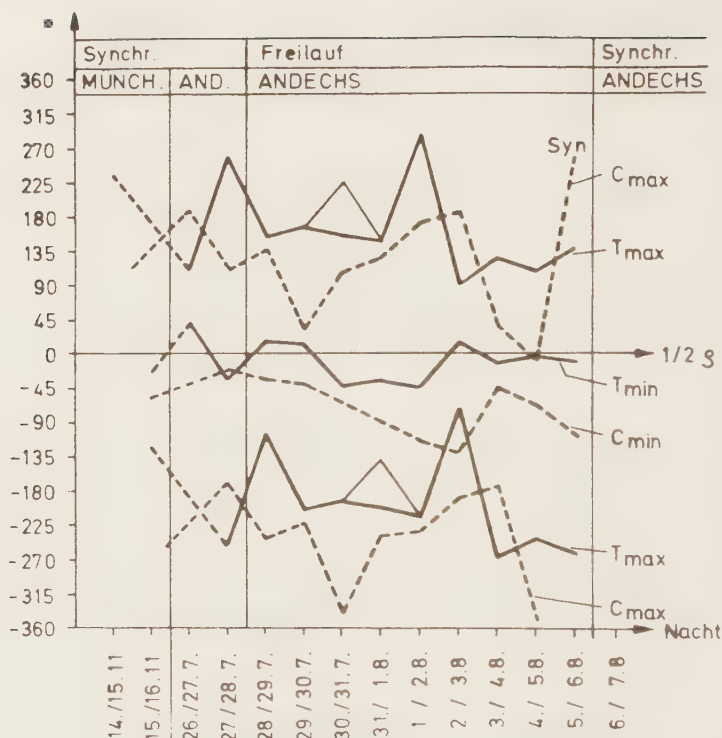


Abb. 6 Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte. Abweichung von der Mitte der Ruhezeit an den aufeinanderfolgenden Tagen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Abbildung 6 entspricht Abbildung 5. Bezugslinie ist hier die Ruhezeitmitte ($1/2g = 0^\circ$). Der Zeitraum von der Mitte der Ruhezeit bis zur Mitte der vorherigen Aktivitätszeit entspricht -180° ; der Zeitraum von der Mitte der Ruhezeit bis zur Mitte der ihr folgenden Aktivitätszeit $+180^\circ$.

Dargestellt ist die Abweichung der der Ruhezeitmitte vorausgehenden und nachfolgenden Temperatur- und Cortisol-Maxima und der ihr nächstgelegenen Temperatur- und Cortisol-Minima.

4.1.5 Ausscheidungsmenge und Harnelektrolyte Natrium, Kalium und Kalzium

In den Tabellen 9a und 9b sind alle Minimal- und Maximalwerte der einzelnen Variablen mit Erscheinungszeitpunkten und Periodendauer aufgeführt, ferner Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Parameter für die Versuchsabschnitte mit und ohne Zeitgeber. Abbildung 7 zeigt den Verlauf aller physiologischen Variablen.

Neben den Wach- und Ruhezeiten, der Rektaltemperatur und der Cortisolkonzentration weist nur die Volumenausscheidung eine eindeutige, für den Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber nach Wever signifikante Periodizität auf. Das Natrium verhält sich grenzzeitig periodisch, Kalium und Kalzium zeigen keine signifikante Periodik (vgl. Abb. 8a-f).

Im Freilauf liegt die Periodenlänge der Volumenausscheidung nach Wever bei 24.8 Stunden. Eigene Berechnungen ergaben eine mittlere Periodenlänge von 24.91 ± 2.23 Stunden.

Für die Natriumkonzentration im Urin ergab sich eine durchschnittliche Schwingungsdauer von 24.21 ± 5.9 Stunden (nach Wever 25.27h, $p \sim 0.0001$), für die Kaliumkonzentration von 23.75 ± 5.43 Stunden (nach Wever 23.3h, $p < 0.0001$) und für die Kalziumkonzentration von 23.46 ± 11.36 Stunden (nach Wever 23.0h; $p < 0.0001$).

Für den Versuchsabschnitt mit Zeitgebern steht maximal ein Vergleichswert zur Verfügung.

Abb. 7 Physiologische Variable - Gesamtübersicht.

Untereinander ist zeitgerecht der Verlauf der Rektaltemperatur, der Cortisol-Konzentration im Urin, der Ausscheidungsmenge und der Elektrolyt-Konzentrationen Natrium, Kalium und Kalzium im Urin über alle Versuchstage aufgezeichnet. Versuchsabschnitte mit und ohne Zeitgeber sind durch gestrichelte, senkrechte Linien voneinander abgegrenzt. Die schwarzen Dreiecke verdeutlichen die Minima und Maxima der Einzelvariablen an jedem Versuchstag. Schwarze Balken entsprechen den Ruhezeiten, leere Balken den Aktivitätszeiten des Probanden.

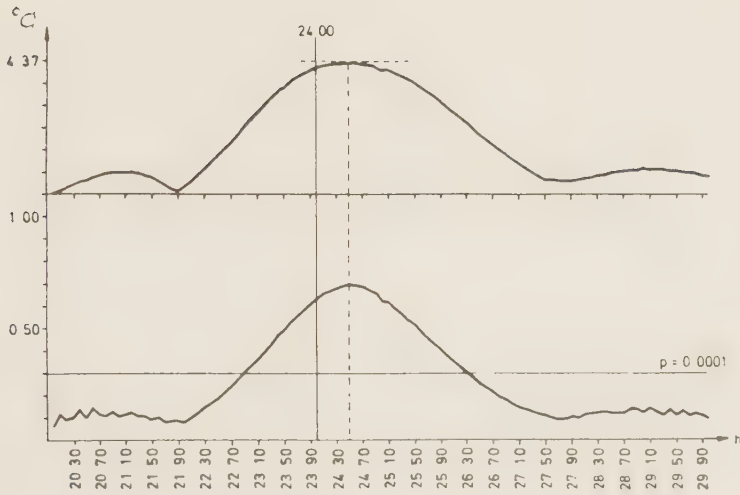


Abb. 8a Rektaltemperatur

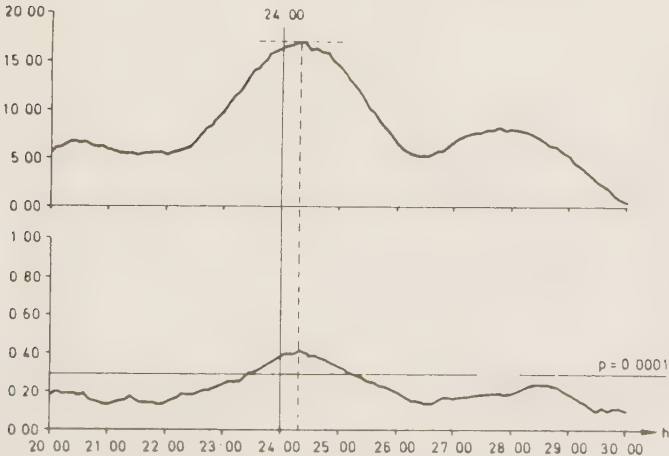


Abb. 8b Cortisol-Konzentration im Urin.

Abb. 8a - 8f Ergebnisse der Periodenanalysen.

Die oberen Kurven der verschiedenen physiologischen Variablen zeigen die Amplituden der fundamentalen Perioden, die unteren Kurven die Reliabilität des periodischen Anteils an der Gesamtvariabilität.

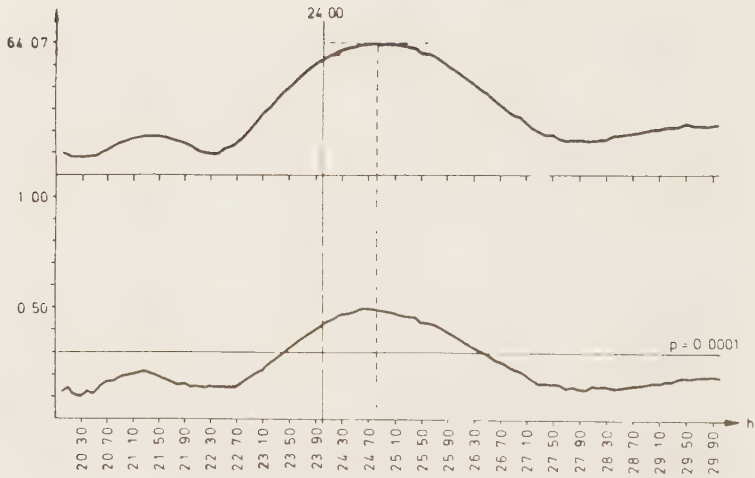


Abb. 8c Volumenausscheidung

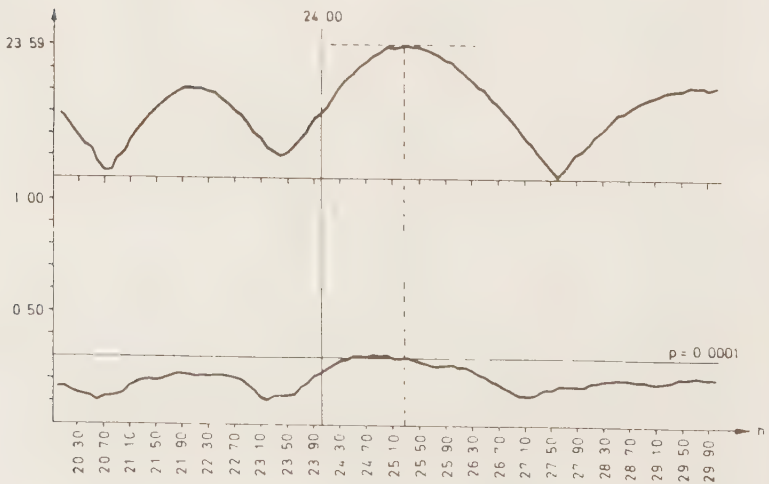


Abb. 8d Natrium-Konzentration im Urin

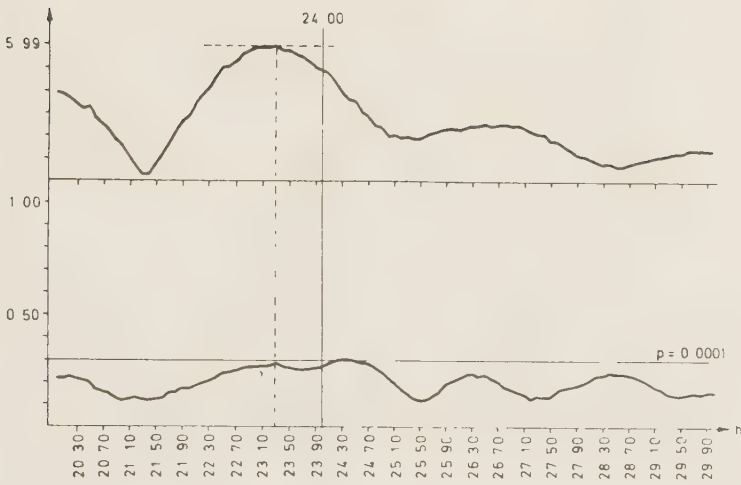


Abb. 8e Kalium-Konzentration im Urin

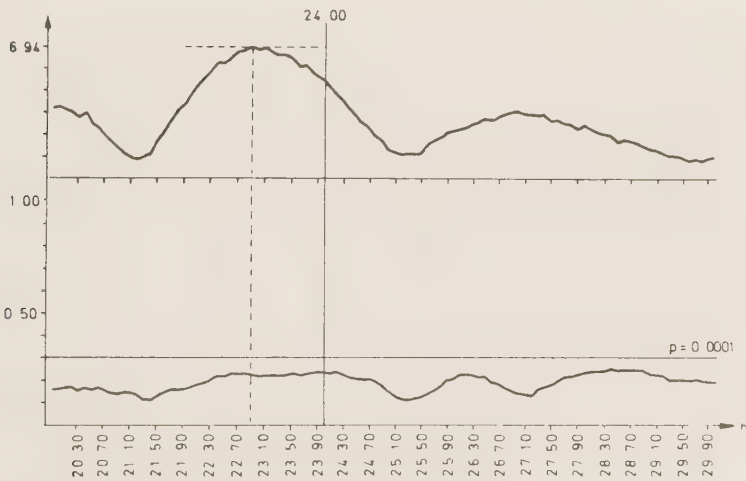


Abb. 8f Kalzium-Konzentration im Urin

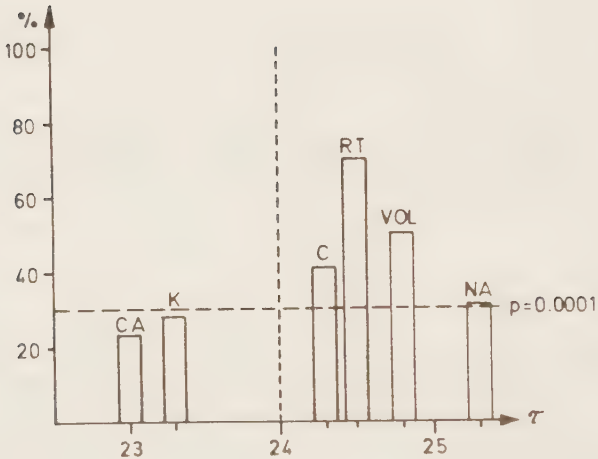


Abb. 8g Ergebnisse der Periodenanalysen -
Gesamtübersicht (Andechs/Freilauf)

Dargestellt ist die Periodendauer (τ) der physiologischen Variablen Rektaltemperatur (RT), Cortisol-Konzentration (C), Volumenausscheidung (VOL) und Elektrolytkonzentration des Natriums (NA), Kaliums (K) und Kalziums (CA) im freilaufenden Versuchsabschnitt.

Die Höhe der Balken gibt das Ergebnis der Signifikanzprüfung der Periodizität wieder (Ordinate: Prozentwerte der Signifikanzprüfung).

Die waagerechte, gestrichelte Linie zeigt die Signifikanzschranke von $p = 0.0001$.

4.1.6 Körperliche Aktivität während der Wachzeiten

Am zweiten synchronisierten Versuchstag überwiegen die Stadien 8 und 9, die hohe Muskelaktivität anzeigen, mit einem Anteil von 48,52%, Stadium 7 beansprucht dagegen nur ein knappes Drittel (31.58%) der gesamten Wachzeit. Am Nachmittag im Verlauf der 10. bis 12. Stunde der Aktivitätszeit treten minutenlang die Stadien 6 und 1 auf (0.62%).

Im freilaufenden Versuchsabschnitt geht der Anteil der Stadien 8 und 9 auf durchschnittlich 35.82% zurück, der mittlere Anteil von Stadium 7 erhöht sich auf 52.74%. Ruhe- bzw. Schlafepisoden dauern an 6 Versuchstagen ohne Zeitgeber weniger als 10 Minuten. Am 5. Versuchstag gibt es zwei längere Ruhephasen (Stadien 6 und 1) mit einer Dauer von 11 min in der 5. und von 10.5 min in der 10. Stunde der Aktivitätszeit, am 9. Versuchstag eine Ruheepisode mit einer Dauer von 11 min am Ende der 8. Stunde, in der das Schlafstadium 2 erreicht wurde.

Vergleicht man die relative Häufigkeit der einzelnen Stadien an den aufeinanderfolgenden Versuchstagen im Freilauf, so fällt auf, daß Stadium 7 am 8. bis 11. Versuchstag häufiger vorkommt (durchschnittlich 58.22%) als am 3. bis 6. Versuchstag (durchschnittlich 47.27%). Diese Beobachtung deckt sich mit den Äußerungen des Probanden, daß er im Laufe der Untersuchung ruhiger geworden sei und mehr Zeit mit Lesen verbracht hätte. An diesen Tagen verzichtete er auch auf sportliche Aktivität, die am 1. und 2. Tag je zweimal und am 4., 5. und 7. Versuchstag je einmal angezeigt wurde. Der prozentuale Anteil der Stadien 8 und 9 geht dementsprechend von Werten zwischen 36.69 und 50.90% (im Mittel 42.09%) auf Werte zwischen 26.0 und 32.7% (im Mittel 29.55%) zurück. Die Anteile von Stadium 6 und Schlafstadien sind an den ersten vier Tagen ohne Zeitgeber im Durchschnitt mit 1.07% etwas größer als an den letzten vier Tagen mit durchschnittlich 0.41%, insgesamt jedoch gering.

Die Verteilung der Stadien innerhalb der einzelnen Stunden der Wachzeiten ist variabel. Am zweiten Versuchstag mit Zeitgebern weist der hohe Anteil der Stadien 8 und 9 auf einen besonders hohen Grad der Muskelaktivität während der 5., 7. 13. und 16.(letzten) Stunde (Maximum 13. Stunde) hin. Im Freilauf treten die höchsten Anteile dieser Stadien im Durchschnitt innerhalb der 2., 6. und 7. Stunde in der ersten Hälfte der Aktivitätszeit auf (Maximum 2.Stunde), in denen Frühstück und Mittagessen überwiegend zubereitet und eingenommen wurden.

Der Anteil von Stadium 7 unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern ist in der ersten Stunde der Aktivitätszeit am größten (70.83%). Im weiteren Verlauf dieses Tages fällt er zunächst auf einen vergleichsweise niedrigen Wert von 22.5% in der 3. Stunde und erreicht einen zweiten Gipfel in der 8. Stunde der Wachphase. Dieser bleibt mit Anteilen zwischen 52.5 und 59.17% bis zur 11. Stunde bestehen. Nach einem zweiten steilen Abfall (Minimum 13.Stunde, vgl. S-9) folgt in der 14. Stunde mit einem Anteil von 55.83% ein dritter Gipfel.

Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber tritt Stadium 7 im Mittel besonders häufig innerhalb der 3. bis 5. Stunde der Aktivitätszeit auf mit Anteilen bis zu 59.53%. Der Tageshöchstwert liegt mit 69.38% in der 10. Stunde. Danach fällt der Anteil bis zur 14. Stunde langsam auf 55.10%.

Die körperliche Aktivität während der zweiten Hälfte der Aktivitätszeit ist insgesamt geringer als in der ersten Hälfte und nimmt erst vor Beginn der Ruhezeit wieder zu. Kurze Ruhezeiten (Stadium 6 und Schlaf) fallen am 2. Versuchstag in die 10. bis 12. Stunde der Aktivitätszeit. Im Freilauf sind sie im Durchschnitt mit einer Dauer von weniger als 1 min pro Stunde ziemlich gleichmäßig verteilt. Mittelwerte mit einer Dauer von mehr als einer Minute/Stunde ergeben sich für die 5., 8. und 10. Stunde (Maximum 1.5 min/10. Stunde).

4.2 Die Schlafanalyse

4.2.1 Allgemeine Schlafvariable

In Andechs verbrachte der Proband im synchronisierten Versuchsabschnitt 8.21 und 9.61 Stunden, im Mittel 8.91 ± 0.99 Stunden im Bett, im zweiten Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber 7.6 - 10.73 Stunden, im Mittel 9.5 ± 1.04 Stunden. Die durchschnittliche Ruhezeit unter Freilaufbedingungen dauerte also länger als im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern.

Im Schlaflabor in München waren die Ruhezeiten mit einer mittleren Dauer von 7.09 ± 0.88 Stunden (1982) und 6.31 ± 0.91 Stunden (1981) deutlich kürzer.

Die Schlafzeit dauerte bei Synchronisation im Durchschnitt 8.37 ± 0.92 Stunden (zum Vergleich: 6.14 ± 1.21 Stunden (1982) und 5.68 ± 0.49 Stunden (1981)), im Freilauf 8.24 ± 0.96 Stunden. Sie war im zweiten Versuchsabschnitt geringfügig kürzer. Deutlicher wird dieser Unterschied beim Vergleich der Schlafzeiten in Prozentwerten von der Ruhezeit: unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern $93.93 \pm 0.12\%$ (vgl. $86.2 \pm 6.36\%$ (1982); $90.81 \pm 6.43\%$ (1981)), unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber $86.85 \pm 5.27\%$.

Die echte Schlafzeit war wiederum im ersten Versuchsabschnitt mit 6.77 ± 0.44 Stunden bzw. $76.71 \pm 13.41\%$ (zum Vergleich: 4.74 ± 2.03 Stunden bzw. $65.64 \pm 20.47\%$ (1982) und 5.76 ± 0.6 Stunden bzw. $91.8 \pm 4.77\%$ (1981)) kürzer als im zweiten mit durchschnittlich 7.74 ± 0.94 Stunden bzw. $81.68 \pm 7.13\%$.

Die mittlere Schlaffeffizienz berechnet sich demzufolge bei Synchronisation auf 0.77 ± 0.13 (vgl. 0.66 ± 0.21 (1982); 0.92 ± 0.05 (1981)), im Freilauf auf 0.82 ± 0.08 .

Die terminale Wachzeit war sehr unterschiedlich lang: im synchronisierten Versuchsabschnitt durchschnittlich 3.5 ± 4.24 Minuten, im Freilauf zwischen 1 und 35.5 Minuten, im Mittel 15.63 ± 12.99 Minuten (vgl.: 20.5 ± 0.71 Minuten (1982) und 8.5 ± 9.22 Minuten (1981)). Demgegenüber ist der Zeitraum

vom Zubettgehen bis zum ersten Auftreten von Schlafstadium 1 und von Schlafstadium 2 interessant. Die Stadium 1-Latenz beträgt im synchronisierten Versuchsabschnitt durchschnittlich 27.25 ± 1.77 Minuten (vgl.: 30.25 ± 19.45 Minuten (1982); 10.18 ± 6.12 Minuten (1981)), im freilaufenden 36.11 ± 20.39 Minuten bei einer Spannbreite von 11.5 bis 70 Minuten.

Die Stadium 2-Latenz hatte bei Synchronisation eine Dauer von 29 Minuten (vgl.: 36.5 ± 20.51 Minuten (1982), 29.32 ± 24.78 Minuten (1981)), im Freilauf von 61.61 ± 34.09 Minuten bei Werten zwischen 29.5 und 138.5 Minuten, war also im zweiten Versuchsabschnitt deutlich länger als im ersten.

Betrachtet man den Zeitraum zwischen dem ersten Auftreten von Stadium 1 und Stadium 2, so beträgt dieser unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern im Durchschnitt 1.75 ± 1.77 Minuten (vgl.: 6.25 ± 1.06 Minuten (1982); 19.14 ± 22.33 Minuten (1981)), unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber durchschnittlich 25.5 ± 43.54 Minuten. Hier vergehen zwischen 0.5 und 127 Minuten vom ersten Auftreten des Schlafstadiums 1 bis zum ersten Auftreten des Schlafstadiums 2. In diesen Zeitspannen erfolgte bei der Versuchsperson ein stetiger Wechsel zwischen Schlafstadium 1 und Wachzuständen. Lund beschrieb dies als "Perioden, in denen das Wachen und Schlafen so etwas wie ein Katz- und-Maus-Spiel treiben" (84). Es ist offensichtlich, daß es dem Probanden schwerfällt, einzuschlafen.

Die Schlafvariablen der einzelnen Nächte sind in den Tabellen 11a, 11b und 11c im Anhang aufgeführt.

4.2.2 Die Schlafstruktur

4.2.2.1 Schlafstadien

Eine Übersicht über die Häufigkeit der Wachzeiten und der Schlafstadien 1 bis 4, REM und Movement-Time innerhalb der Ruhezeit und der Schlafzeit geben die Tabellen 12a, 12b, 12c und 13a, 13b, 13c im Anhang.

- Stadium 1

Bei der Untersuchung in Andechs verbrachte die Versuchsperson unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern im Mittel 18.25 ± 4.6 Minuten von der gesamten Ruhezeit im Schlafstadium 1, in Prozentwerten $3.49 \pm 1.25\%$ von dieser. Davon entfallen 1.5 ± 1.41 Minuten bzw. $0.27 \pm 0.23\%$ auf die Einschlafzeit und 16.75 ± 6.01 Minuten bzw. $3.22 \pm 1.48\%$ auf die Schlafzeit. Von dieser sind es $3.43 \pm 1.58\%$.

Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber erhöht sich der Anteil von Schlafstadium 1 auf durchschnittlich 28.33 ± 17.89 Minuten. Dieser Wert entspricht $4.8 \pm 2.75\%$ der Ruhezeit. Davon entfallen 6.06 ± 6.31 Minuten bzw. $1.02 \pm 1\%$ auf die Einschlafzeit und 22.28 ± 14.25 Minuten bzw. $3.94 \pm 2.27\%$ auf die Schlafzeit. Bezogen auf diese bringt der Proband $4.36 \pm 2.5\%$ im Schlafstadium 1.

Insgesamt nimmt der Anteil von Stadium 1 im Freilauf um 10.08 Minuten bzw. 1.31% der Ruhezeit zu, in Bezug auf die Schlafzeit um 5.53 Minuten bzw. 0.93%. Bezogen auf die Einschlafzeit wird der Anteil am Stadium 1 mit 4.56 Minuten um 0.75% größer, bezogen auf die Schlafzeit mit 5.53 Minuten um 0.72% Ruhezeit bzw. 0.93% Schlafzeit.

In den Vergleichsnächten 1982 ergeben sich sehr ähnliche Werte für das Stadium 1: insgesamt 26.5 ± 15.56 Minuten bzw. $6.05 \pm 2.91\%$. Davon entfallen 4.25 ± 1.77 Minuten ($0.98 \pm 0.3\%$) auf die Einschlafzeit und 22.25 ± 13.79 Minuten bzw. $5.07 \pm 2.62\%$ auf die Schlafzeit ($5.79 \pm 2.61\%$ SPT). Der prozentuale Anteil ist hier insgesamt um 1.25% (TIB) und um 1.13% (TIB) in der Schlafzeit höher.

Bezogen auf die Schlafzeit verbringt die Versuchsperson 1.43% mehr im Schlafstadium 1. Die Werte aus der 1981 durchgeführten Studie liegen deutlich darüber. Hier beträgt der Anteil von Stadium 1 an der Ruhezeit im Mittel $11.16 \pm 5.66\%$. Allerdings ist die Spannbreite im Vergleich noch größer.

- Stadium_2

Unter allen Versuchsbedingungen verbringt der Proband den größten Teil der Nacht im Schlafstadium 2. Im ersten Versuchsabschnitt mit Zeitgebern beträgt der Anteil mit 236 ± 18.38 Minuten $44.24 \pm 1.48\%$ der Ruhezeit bzw. $47.1 \pm 1.51\%$ der Schlafzeit. Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber sind es durchschnittlich 274.11 ± 58.52 Minuten oder $47.86 \pm 5.59\%$ der Ruhezeit und $55.11 \pm 5.53\%$ der Schlafzeit. Im Mittel erhöht sich der Anteil von Stadium 2 im Freilauf um 38.11 Minuten. Das entspricht 3.62% der Ruhezeit und 8.01% der Schlafzeit.

In den Vergleichsnächten im Schlaflabor in München 1982 verbrachte die Versuchsperson durchschnittlich 162.25 ± 74.6 Minuten entsprechend $37.36 \pm 12.92\%$ der Ruhezeit und $42.9 \pm 11.82\%$ der Schlafzeit im Stadium 2. 1981 sind es bei Behandlung mit L-Tryptophan im Mittel mit 186.68 ± 24.24 Minuten $49.93 \pm 10.55\%$ der Ruhezeit bzw. $54.86 \pm 6.4\%$ der Schlafzeit.

- Stadien_3_und_4

Bei Synchronisation entfallen durchschnittlich 49.5 ± 7.78 Minuten bzw. $9.4 \pm 2.5\%$ von der Ruhezeit und $10.01 \pm 2.65\%$ der Schlafzeit auf Stadium 3 und 6 ± 4.24 Minuten entsprechend $1.09 \pm 0.67\%$ der Ruhezeit und $1.16 \pm 0.71\%$ der Schlafzeit auf Stadium 4.

Insgesamt verbringt der Proband 55.5 ± 3.54 Minuten ($10.49 \pm 1.83\%$ TIB bzw. $11.17 \pm 1.93\%$ SPT) in den Schlafstadien 3 und 4.

Im Freilauf tritt Stadium 3 im Mittel mit 41.44 ± 15.84 Minuten etwas seltener auf. Dies entspricht $7.47 \pm 3.34\%$ der Ruhezeit und $8.55 \pm 3.73\%$ der Schlafzeit, die Differenz beträgt 1.93% bezogen auf die Ruhezeit und 1.46% bezogen auf die Schlafzeit.

Dagegen erhöht sich der Anteil an Stadium 4 um 5.83 Minuten auf durchschnittlich 11.83 ± 16.43 Minuten, in Prozentwerten um 1.23% auf $2.32 \pm 3.33\%$ der Ruhezeit und um 1.52% auf $2.68 \pm 3.89\%$ der Schlafzeit.

Insgesamt verringert sich der langsame Schlaf im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber um 2.22 Minuten auf 53.28 ± 24.38 Minuten, entsprechend um 0.7% auf $9.79 \pm 5.46\%$ der Ruhezeit. Bezogen auf die Schlafzeit nimmt er um 0.06% auf $11.23 \pm 6.22\%$ zu. Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber ist die Streuung der Werte sehr viel größer als bei Synchronisation.

In den Vergleichsnächten ist der Anteil an den Stadien 3 und insbesondere 4 geringer: 1982 entfallen 35.25 ± 3.18 Minuten ($8.4 \pm 1.78\%$ TIB und $9.85 \pm 2.8\%$ SPT) auf Stadium 3 und 4, 1981 sind es 32.05 ± 21.71 Minuten ($8.32 \pm 5.43\%$ TIB und $9.27 \pm 6.01\%$ SPT).

Die Latenzen der Stadien 3 und 4 in Bezug auf den Einschlafzeitpunkt nehmen im Freilauf geringfügig ab. Zur besseren Übersicht sind die Mittelwerte mit Standardabweichungen sowie die Differenzen hier tabellarisch aufgeführt:

	<u>Synchron.</u>	<u>Freilauf</u>	<u>Differenz</u>
2-3-Latenz	32 ± 15.56	24.44 ± 21.7	$- 7.56 \text{ (min)}$
	6.59 ± 3.83	4.8 ± 4.15	$- 1.79 \text{ (% SPT)}$
2-4-Latenz	44 ± 25.46	43.93 ± 33.8	$- 0.07 \text{ (min)}$
	9.1 ± 6.07	8.75 ± 6.55	$- 0.35 \text{ (% SPT)}$

Auch hier fällt die große Streuung auf.

Im Laufe der Untersuchung nimmt die Häufigkeit der Stadien 3 und 4 weder tendenziell zu noch ab.

- Stadium REM

Das Stadium REM mit schnellen Augenbewegungen, vermehrter Traumbereitschaft und hoher Weckschwelle hat von allen Schlafstadien den zweitgrößten Anteil in der Nacht.

Im ersten Versuchsabschnitt verbringt die Versuchsperson 95.75 ± 35.71 Minuten im Stadium REM. Dies entspricht $18.4 \pm 8.73\%$ der Ruhezeit und $19.58 \pm 9.26\%$ der Schlafzeit.

Im zweiten Versuchsabschnitt sind es durchschnittlich 99.11 ± 15.67 Minuten bzw. $17.64 \pm 3.61\%$ der Ruhezeit und $20.27 \pm 3.83\%$ der Schlafzeit. Das heißt, der Anteil an Stadium REM nimmt im Freilauf um 3.36 Minuten zu, bezogen auf die Schlafzeit um 0.69%. In Bezug auf die Ruhezeit nimmt er um 0.76% ab.

Die Latenz vom ersten Schlafstadium 2 der Nacht bis zum Auftreten von REM-Schlaf (2-REM-Latenz) wird im Freilauf um mehr als das Doppelte kleiner: Sie beträgt im Mittel bei Synchronisation 158.25 ± 107.13 Minuten ($30.54 \pm 17.98\%$ SPT), im Freilauf 65.5 ± 16.81 Minuten ($14.96 \pm 3.31\%$ SPT). Die mittlere Differenz beträgt 92.75 Minuten bzw. 15.58% der Schlafzeit.

In den Vergleichsuntersuchungen nimmt REM-Schlaf ebenfalls die meiste Zeit nach Stadium 2 in Anspruch:

1982: 60 ± 33.94 Minuten ($13.72 \pm 6.28\%$ TIB, $15.69 \pm 6.12\%$ SPT),

1981: 79.64 ± 17.87 Minuten ($21.38 \pm 5.25\%$ TIB, $23.46 \pm 5.23\%$ SPT).

Bei Behandlung mit L-Tryptophan ist der prozentuale Anteil im Durchschnitt höher als ohne Medikamente.

Die Latenz beträgt 1982 im Mittel 139 ± 89.8 Minuten bzw. $40.94 \pm 32.44\%$ der Schlafzeit, 1981 im Mittel 68.05 ± 15.16 Minuten bzw. $20.02 \pm 4.63\%$ der Schlafzeit.

- Movement-Time

Epochen, die als Movement-Time klassifiziert wurden, nehmen in der vorliegenden Studie nur einen geringen Teil der Schlafzeit in Anspruch. Bei Synchronisation sind es durchschnittlich 0.5 ± 0.71 Minuten bzw. $0.11 \pm 0.16\%$ der Schlafzeit. Im Freilauf sind es im Mittel 1.83 ± 1.2 Minuten bzw. $0.37 \pm 0.25\%$ der Schlafzeit. In den Vergleichsnächten 1982 gleicht der Anteil mit 0.5 ± 0.71 bzw. $0.12 \pm 0.17\%$ der Schlafzeit dem der synchronisierten Nächte in Andechs. In der Tryptophanstudie 1981 ist er mit 4.44 ± 1.35 Minuten bzw. $1.09 \pm 0.37\%$ Schlafzeit etwas größer.

- Stadium "Wach"

Die Wachzeit vor Beginn der Schlafzeit dauert im synchronisierten Versuchsabschnitt durchschnittlich 27.5 ± 1.41 Minuten. Das entspricht $5.2 \pm 0.84\%$ der Ruhezeit. Im Freilauf währt sie im Mittel 55.56 ± 31.08 Minuten bzw. $9.55 \pm 4.56\%$ der Ruhezeit, d.h. annähernd doppelt so lang (z.Vergl.: 32.25 ± 22.27 Minuten bzw. $7.97 \pm 6.22\%$ TIB (1982); 1686 ± 11.91 Minuten bzw. $4.22 \pm 2.52\%$ TIB (1981)). Die Differenz bei großer Streuung (Spannbreite: 27.5 - 127.5 Minuten) beträgt im Mittel 28.06 Minuten bzw. 4.35% der Ruhezeit.

Die Wachzeit innerhalb der Schlafzeit nimmt dagegen im Freilauf deutlich ab: Der Wert fällt von durchschnittlich 97.5 ± 82.73 Minuten bzw. $17.49 \pm 13.53\%$ der Ruhezeit um 61.28 Minuten bzw. 11.3% der Ruhezeit auf durchschnittlich 36.22 ± 24.07 Minuten bzw. $6.19 \pm 3.93\%$ der Ruhezeit. Bezogen auf die Schlafzeit bedeutet dies eine Abnahme um 11.38% von $18.63 \pm 14.44\%$ auf $7.25 \pm 4.83\%$. Auch hier fällt die große Streuung der Werte auf.

Die Werte aus den Vergleichsnächten sind ähnlich: 88 ± 47.38 Minuten bzw. $21.55 \pm 13.81\%$ Ruhezeit und $25.66 \pm 17.92\%$ Schlafzeit. Die Wachzeiten in den Vergleichs-

nächten 1981 mit Medikamenten sind wesentlich kürzer: 7.5 ± 7.59 Minuten bzw. $1.91 \pm 2.02\%$ Ruhezeit und $2.15 \pm 2.23\%$ Schlafzeit.

Insgesamt wird der Anteil von Wachzeiten an der Ruhezeit im Freilauf kleiner. Er fällt von durchschnittlich 128.5 ± 85.56 Minuten bzw. $23.3 \pm 13.41\%$ der Ruhezeit um 22.83 Minuten bzw. 4.98% Ruhezeit auf durchschnittlich 105.67 ± 47.74 Minuten bzw. $18.32 \pm 8.25\%$ Ruhezeit (zum Vergleich: 140.75 ± 68.94 Minuten bzw. $34.37 \pm 48.6\%$ Ruhezeit (1982); 32.86 ± 23.45 Minuten bzw. $8.2 \pm 4.77\%$ Ruhezeit (1981)).

Die Variabilität bleibt auch hier groß.

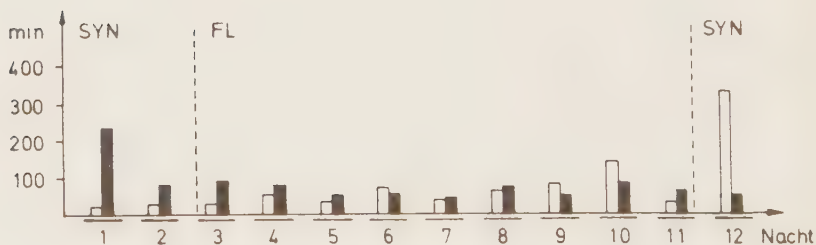


Abb. 9 Latenzen der Stadien 2 und REM in den aufeinanderfolgenden Nächten (Andechs).

Nebeneinander ist jeweils mit einem weißen Balken die Latenz von Stadium 2 bezogen auf den Beginn der Ruhezeit (S-2-Latenz) und mit einem schwarzen Balken die Latenz von Stadium REM bezogen auf den Beginn der Schlafzeit (2-REM-Latenz) in Minuten für jede Nacht dargestellt. Die senkrechten, gestrichelten Linien trennen Werte der synchronisierten Versuchsabschnitte (SYN) von Werten des freilaufenden Versuchsabschnittes (FL).

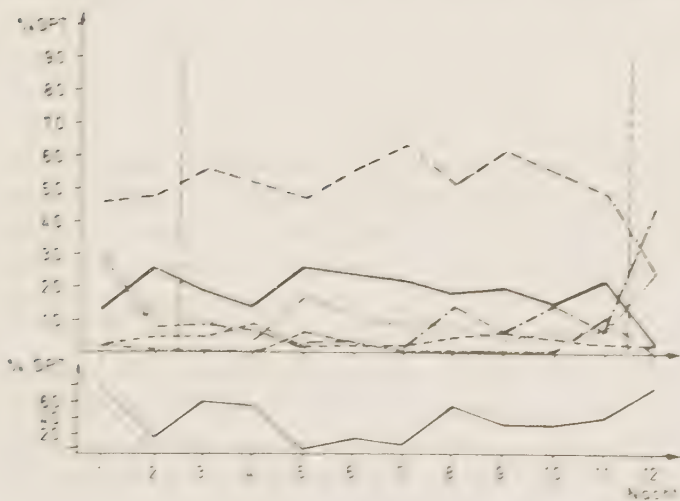
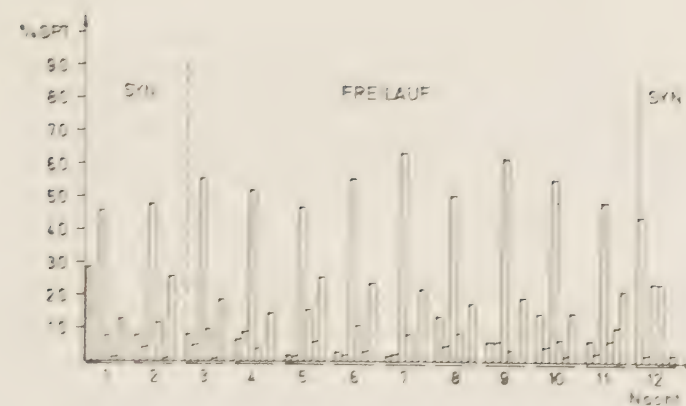


Abb. 10 Prozentualer Anteil der einzelnen Schlafstadien an der Schlafzeit in den aufeinanderfolgenden Nächten (Andechs).

Abb. 10 Prozentualer Anteil der einzelnen Schlafstadien an der Schlafzeit in den aufeinanderfolgenden Nächten (Andechs).

Im oberen Stabdiagramm ist über jeder Nacht der prozentuale Anteil der einzelnen Stadien an der Schlafzeit aufgetragen. Von links nach rechts folgen die Stadien Wach, 1, 2, 3, 4 und REM aufeinander.

Im mittleren Diagramm sind die Anteile derselben Stadien in den aufeinanderfolgenden Nächten als Kurven dargestellt.

-----: Stadium 1	-----: Stadium 4
---: Stadium 2	-----: Stadium REM
.....: Stadium 3	---: Stadium Wach

Zum Vergleich der Häufigkeit einzelner Stadien in Abhängigkeit vom Verlauf der Körpertemperatur in der Nacht ist im unteren Diagramm die zeitliche Lage der Temperaturminima innerhalb der Schlafzeit für die aufeinanderfolgenden Nächte als Kurve aufgezeichnet.

Senkrechte, gestrichelte Linien markieren Anfang und Ende des freilaufenden Versuchsabschnittes (SYN = Synchronisation).

4.2.2.2 Awakenings

Am Schlafverhalten der Versuchsperson fällt auf, daß der Schlaf unter allen Versuchsbedingungen ohne Medikamente häufig durch Wachzeiten unterschiedlicher Länge unterbrochen wird. Die Anzahl der Awakenings beträgt im ersten Versuchsabschnitt durchschnittlich 17 ± 2.83 (vgl. München 1982: 16 ± 2.83), im zweiten 19.44 ± 8.02 pro Nacht.

Innerhalb der Schlafzeit wacht der Proband bei Synchronisation im Mittel 15.5 ± 2.12 (vgl. 1982: 13.5 ± 4.95) mal auf. Die mittlere Anzahl der Awakenings pro Nacht ist unter beiden Versuchsbedingungen annähernd gleich groß.

Während der gesamten Ruhezeit treten am wenigsten Awakenings im zweiten Drittel der Nacht auf.

In Andechs liegen die meisten Awakenings unter Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber im letzten Nachtdrittel. Drittelt man die Schlafzeit, so nimmt die mittlere Anzahl der Awakenings im Freilauf vom ersten bis zum dritten Drittel zu. Bei Synchronisation treten in Andechs im zweiten, in München (1982) im ersten Drittel am meisten Awakenings auf.

Am häufigsten sind Awakenings aus den Schlafstadien 1 und 2, aber es fällt auch ein häufiges Erwachen aus dem REM-

Schlaf auf: Im synchronisierten Versuchsabschnitt geschieht dies dreimal bei jeweils 5 REM-Episoden (vgl. 1982: 2.5 ± 0.71), im Freilauf im Mittel 5.33 ± 3 mal bei bis zu acht REM-Episoden. Awakenings aus den Schlafstadien 3 und 4 werden ebenfalls beobachtet (siehe Tabelle 14a, 14b und 14c).

4.2.2.3 Stadienwechsel

Neben der Betrachtung der einzelnen Schlafstadien ist ihr Wechsel untereinander interessant. Eine Übersicht über sämtliche Stadienwechsel innerhalb der Ruhezeit bzw. innerhalb der Schlafzeit geben die Tabellen 15a - d und 16a - d.

Unter allen Versuchsbedingungen ohne Medikamente ist die mittlere Anzahl der Stadienwechsel pro Nacht und pro Stunde sehr hoch: Im synchronisierten Teil der Untersuchung treten im Mittel 131.5 ± 3.54 Stadienwechsel pro Nacht auf (vgl. München 1982: 132.5 ± 2.12 Stadienwechsel/Nacht), im Freilauf sind es durchschnittlich 137.33 ± 24.45 . Pro Stunde treten, bezogen auf die Ruhezeit, im ersten Versuchsabschnitt 14.84 ± 1.25 , im zweiten 14.52 ± 2.46 Stadienwechsel auf (vgl. München 1982: 18.86 ± 2.64 StW).

Hier zeigt sich kein wesentlicher Unterschied bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber. In Bezug auf den Stadienwechsel innerhalb der Schlafzeit ergibt sich die gleiche Aussage.

Unter allen Versuchsbedingungen ohne Medikamente ist der Stadienwechsel von S-2 nach S-3 am häufigsten, am zweithäufigsten der Wechsel von S-3 nach S-2. Weiter wird sehr oft ein Wechsel von "Wach" nach S-1, von S-1 nach S-2 und von S-2 nach "REM" beobachtet. Aus den Tabellen 15d und 16d ist die relative Häufigkeit der einzelnen Stadienwechsel anhand der Rangzahlen ersichtlich.

Im Freilauf sind die folgenden Stadienwechsel im Vergleich zu anderen Versuchsbedingungen besonders häufig:

Wach-REM, 1-REM, REM-Wach. Der REM-Schlaf ist häufiger

unterbrochen und der Proband wacht öfter aus dem Traumschlaf auf; ferner: 3-Wach (nur in TIB), 3-4 und 4-3.

Im synchronisierten Versuchsabschnitt dominieren die Wechsel Wach-2, 2-Wach, 2-4, 4-Wach und 4-2.

Unter beiden Versuchsbedingungen im Bunker treten öfter als in den Labornächten in München die folgenden Stadienwechsel auf: Wach-2, 2-Wach, 4-Wach, REM-Wach (nur in SPT), 3-4 und 4-3.

Entsprechend wurden in den Vergleichsuntersuchungen im Schlaflabor in München folgende Stadienwechsel am häufigsten beobachtet: München 1982: Wach-1, 1-Wach, 2-1 (nur in TIB), 2-3 und 3-2, REM-1 (nur in SPT),

München 1981 bei Behandlung mit L-Tryptophan:

1-2, 1-MT, 2-REM, 2-MT, 3-MT, 4-MT, REM-1 (nur in TIB); REM-2, REM-MT, MT-1, MT-2, MT-3, MT-REM, (nur in SPT): 2-1 und 3-Wach.

Am häufigsten in diesen beiden Untersuchungen erfolgt der Wechsel von S-2 nach S-1, von REM nach S-1 (nur in TIB) und von REM nach S-2 (nur in SPT).

Im Vergleich sind unter synchronisierten Versuchsbedingungen in Andechs und in München ohne Medikamente die Stadienwechsel 2-3, 3-2 und (nur in SPT) Wach-1 und 1-Wach am häufigsten.

Im Vergleich am häufigsten in Andechs ohne Zeitgeber und bei Behandlung mit L-Tryptophan sind die Stadienwechsel 2-REM, 2-MT, 3-Wach, 3-MT, REM-MT, MT-1, MT-2, MT-3, MT-REM und (nur in TIB) REM-Wach. Das Schlafstadium Movement-Time (MT) wurde unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern in Andechs und München 1982 nur sehr selten beobachtet.

4.2.2.4 REM- und NonREM-Schlaf

a) REM-Episoden

Unter synchronisierten Versuchsbedingungen treten jeweils 5 REM-Non REM-Zyklen auf. Die Dauer der ersten REM-Episode beträgt im Mittel 17.5 ± 0.71 Minuten nach einer Latenz von 158.25 ± 107.13 Minuten in Bezug auf den Einschlafzeitpunkt.

Die zweite REM-Episode dauert durchschnittlich 10 ± 10.61 Minuten, die dritte 33 ± 11.31 Minuten. Diese ist im Durchschnitt die längste REM-Episode unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern in Andechsh.

Die vierte REM-Episode ist mit einer mittleren Dauer von 27.25 ± 20.15 Minuten wieder kürzer und die letzte mit 11.75 ± 2.47 Minuten ebenfalls. Der REM-Schlaf-Anteil nimmt im Verlauf der Gesamtschlafzeit weder kontinuierlich zu, noch liegt eine Gleichverteilung vor. Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber treten 5-8, im Mittel 6.44 ± 0.88 REM-Episoden pro Nacht auf.

Die erste REM-Episode ist im Vergleich mit einer Dauer von 7.61 ± 4.01 Minuten um 9.89 Minuten deutlich kürzer als in den Nächten mit Zeitgebern. Die zweite REM-Episode dauert durchschnittlich 12.5 ± 8.39 Minuten, ist also länger als die erste (Differenz: 4.89 Minuten), auch länger als die zweite REM-Episode bei Synchronisation. Die dritte REM-Phase ist mit einer Dauer von 16.11 ± 4.89 Minuten um 3.61 Minuten länger als die zweite, aber nur annähernd halb so lang wie die dritte REM-Episode in den Nächten mit Zeitgebern (Differenz: 16.89 Minuten).

Die durchschnittliche Dauer der vierten REM-Episode mit 26.22 ± 13.58 Minuten entspricht ihrer Dauer im synchronisierten Versuchsabschnitt. Diese REM-Episode ist die längste bei freilaufender Periodik (Differenz: dritte und vierte REM-Episode 10.11 Minuten).

Die fünfte REM-Episode dauert durchschnittlich 17.72 ± 9.65 Minuten, ist also um 8,5 Minuten kürzer als die vierte und um 5.97 Minuten länger als in den Vergleichsnächten.

In acht Nächten tritt eine relativ lange sechste REM-Episode mit einer mittleren Dauer von 21.25 ± 11 Minuten auf, in vier Nächten eine siebente REM-Episode, die im Mittel 16.88 ± 5.68 Minuten dauert, und in einer Nacht eine achte REM-Episode mit einer Länge von 6.5 Minuten.

Zusammenfassend ist unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber die erste REM-Episode kürzer. Der REM-Schlaf-Anteil nimmt von der ersten bis zur vierten Episode zu. Dabei ist die dritte REM-Episode im Mittel nur halb so lang wie unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern. Die fünfte REM-Episode dauert im Freilauf länger und es treten insgesamt mehr REM-Episoden auf. Die Dauer der fünften bis siebenten REM-Episode ist im Vergleich relativ lang, aber kürzer als die der vierten REM-Episode.

Auch im Freilauf nimmt der REM-Schlaf-Anteil nicht kontinuierlich im Verlauf der Nacht zu. Eine Gleichverteilung liegt ebenfalls nicht vor.

In den Nächten, die die Versuchsperson im Schlaflabor in München verbrachte, treten durchschnittlich weniger REM-Episoden auf: 3.5 ± 2.12 (1982) und 4.45 ± 0.82 (1981). Die erste REM-Episode dauert vergleichbar lang wie im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs (15.5 ± 2.12 Minuten (1982); 12.73 ± 9.36 Minuten (1981)). Die zweite REM-Episode dauert länger als die erste (17.75 ± 17.32 Minuten (1982) und 15.73 ± 7.96 Minuten (1981) und die dritte länger als die zweite (19 Minuten (1982) und 21.77 ± 15.46 Minuten (1981)).

In den Vergleichsnächten 1982 treten einmal zwei (zweite Nacht) und einmal fünf REM-Episoden auf. Die vierte REM-Episode ist wieder kürzer als die dritte (vgl. Andechs: Synchronisation) und die fünfte REM-Episode ist mit einer Dauer von 37 Minuten die längste in dieser Nacht.

Die vierte REM-Episode der Vergleichsnächte von 1981 ist etwas länger als die dritte mit einer durchschnittlichen Dauer von 22.1 ± 18.15 Minuten, findet sich aber nur in zehn von elf Nächten. In fünf Nächten tritt eine fünfte REM-Episode mit einer durchschnittlichen Dauer von 15.8 ± 13.69 Minuten auf, in einer Nacht eine sechste REM-Episode, die 36 Minuten dauert. Alle einzelnen Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen sind den Tabellen 17a - c zu entnehmen.

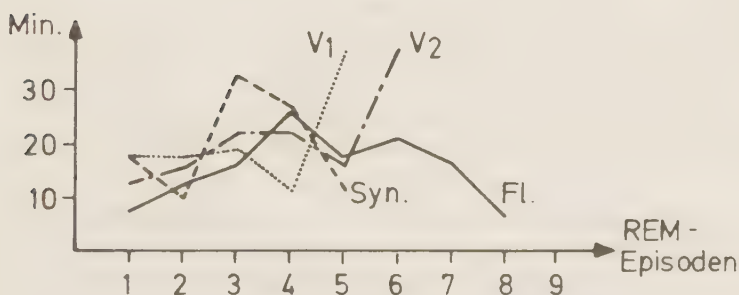
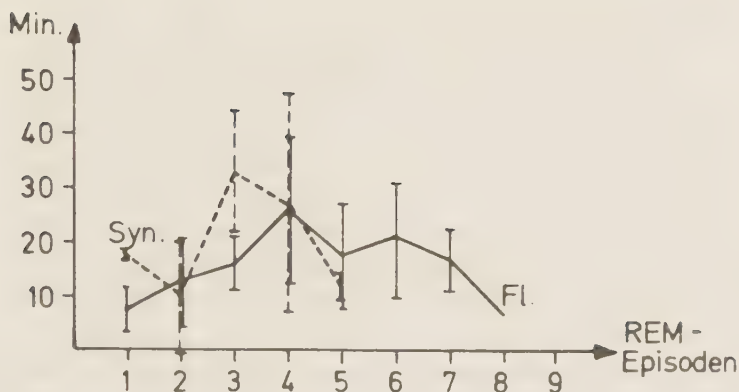


Abb. 11a Mittlere Dauer jeder REM-Episode
(oben) bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber
in Aedechs.

Abb. 11b Mittlere Dauer jeder REM-Episode
(unten) bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Abszisse: REM-Episoden in chronologischer Reihenfolge.
Ordinate: Dauer in Minuten (Min.)

----- Aedechs Synchronisation (Syn)

———— Aedechs Freilauf (Fl.)

..... München 1982, Synchronisation (V_1)

-. - . - . München 1981, Synchronisation (V_2)

b) NonREM-Episoden

Die Länge der ersten NonREM-Episode entspricht der REM-Latenz in Bezug auf den Beginn der Ruhezeit (S-REM-Latenz). Durch die verlängerte Einschlafzeit der Versuchsperson ist diese unter allen Versuchsbedingungen sehr lang. Im synchronisierten Versuchsabschnitt im Bunker dauert die erste NonREM-Episode im Mittel 187.25 ± 107.13 Minuten, in den Vergleichsnächten 1982 175.5 ± 110.31 Minuten. Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber ist sie um eine Stunde (Differenz: 60.14 Minuten) kürzer bei einer mittleren Dauer von 127.11 ± 41.07 Minuten. In den Vergleichsnächten 1981 bei Behandlung mit L-Tryptophan ist sie mit einer durchschnittlichen Länge von 96.91 ± 34.07 Minuten am kürzesten.

Die folgenden NonREM-Episoden, auch als REM-Intervalle bezeichnet, sind wesentlich kürzer.

Im synchronisierten Teil der Untersuchung dauert die zweite NonREM-Episode im Durchschnitt 59 ± 0.71 Minuten, die dritte 65.25 ± 22.98 Minuten, die vierte 58.25 ± 3.18 Minuten und die fünfte 48.5 ± 8.49 Minuten. Das bedeutet, daß auf eine lange erste NonREM-Episode eine kurze zweite und eine längere dritte folgt; ab dieser werden die NonREM-Episoden im Verlauf der Nacht kürzer.

Bei freilaufender Periodik ist die zweite NonREM-Episode mit einer durchschnittlichen Länge von 52.61 ± 8.08 Minuten ebenfalls viel kürzer als die erste und im Vergleich um 6.39 Minuten kürzer als die zweite NonREM-Episode bei Synchronisation. Die dritte NonREM-Episode ist um 2.05 Minuten kürzer als die zweite und um 14.69 Minuten im Vergleich zur gleichen NonREM-Episode bei Versuchsbedingungen mit Zeitgebern. Sie hat eine mittlere Länge von 50.56 ± 10.94 Minuten. Die vierte NonREM-Episode ist mit einer durchschnittlichen Dauer von 59.56 ± 19 Minuten wieder länger als die dritte (Differenz: 9 Minuten) und geringfügig länger als die gleiche NonREM-Episode bei Synchronisation (Differenz: 1.31 Minuten).

Die fünfte NonREM-Episode hat eine mittlere Länge von 52 ± 11.29 Minuten. Sie ist in beiden Versuchsabschnitten kürzer als die vorherige NonREM-Episode (Differenz: 7 Minuten Freilauf; 9.75 Minuten Synchronisation), im Freilauf um 3.5 Minuten länger als im synchronisierten Versuchsteil. In diesem gibt es keine weiteren REM-Intervalle.

Die sechste NonREM-Episode beschreibt hier den Zeitraum vom letzten Stadium REM der Nacht bis zum Aufstehen und ist abhängig von der Zeit, die der Proband noch im Wachzustand im Bett verbringt. Im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern dauert sie im Mittel 16.75 ± 20.15 Minuten.

Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber tritt in acht von neun Nächten eine sechste NonREM-Episode mit einer mittleren Länge von 50.81 ± 11.04 Minuten auf. Diese ist um 1.19 Minuten kürzer als die fünfte. Eine siebente, wieder längere NonREM-Episode findet sich in vier Nächten. Sie dauert im Durchschnitt 59.38 ± 9.59 Minuten, ist also 8.57 Minuten länger als die sechste. Eine achte NonREM-Episode mit einer Dauer von 61.5 Minuten gibt es nur in einer Nacht.

Zusammenfassend folgt im freilaufenden Versuchsteil auf eine lange erste NonREM-Episode eine kurze zweite NonREM-Episode, die etwas kürzer ist als die gleiche im synchronisierten Versuchsteil. Die dritte NonREM-Episode ist kürzer als die zweite und wesentlich kürzer als die dritte bei Versuchsbedingungen mit Zeitgebern. Die vierte NonREM-Episode dauert länger und ist annähernd genauso lang wie im synchronisierten Versuchsteil. Die fünfte NonREM-Phase ist kürzer als die vierte und im Freilauf länger. Die sechste NonREM-Episode ist noch kürzer. Ihr folgen eine lange siebente und achte NonREM-Episode.

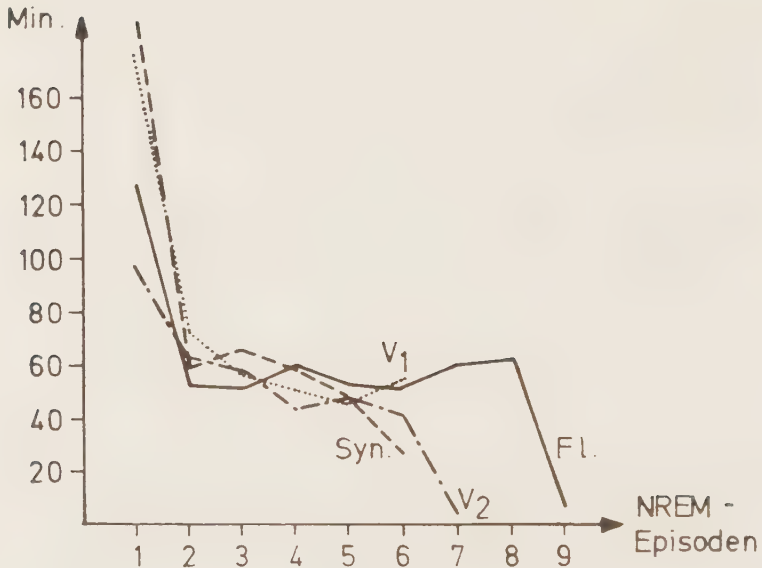


Abb. 11c Mittlere Dauer jeder NonREM-Episode bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Abszisse: NonREM-Episoden in chronologischer Reihenfolge.

Ordinate: Dauer in Minuten (Min.)

----- Andechs, Synchronisation (Syn.)

_____ Andechs, Freilauf (Fl.)

..... München 1982, Synchronisation (V₁)

.-.-.-.- München 1981, Synchronisation (V₂)

Abb. 12 Dauer der einzelnen REM- und NonREM-Episoden in jeder Nacht (Andechs Synchronisation und Freilauf).

Auf der Abszisse sind die Versuchsnächte chronologisch aufgeführt. Über jeder Nacht ist die Anzahl ihrer REM-Episoden (obere Hälfte) bzw. NonREM-Episoden (untere Hälfte) entsprechend ihrer jeweiligen Dauer in Minuten (Ordinate) aufgetragen. Straffierte Balken kennzeichnen die Schlafepisoden der synchronisierten Versuchsnächte (1., 2. und 12. Nacht), leere Balken die Schlafepisoden der Nächte im freilaufenden Versuchsabschnitt.

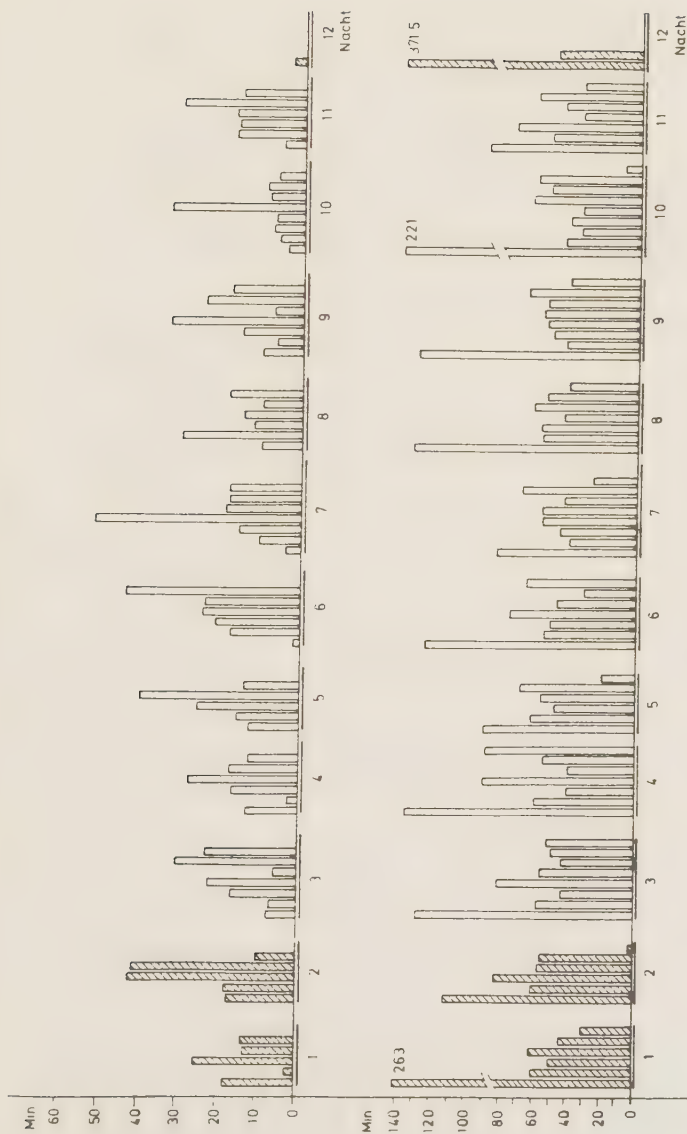


Abb. 12 Dauer der einzelnen REM- und NonREM-Episoden in jeder Nacht (Andechs Synchronisation und freilauf).

c) REM-NonREM-Zyklen

Werden REM- und NonREM-Episoden bzw. REM-Intervalle zu Zyklen zusammengefaßt, so treten im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs und im Schlaflabor 1982 in München je fünf Zyklen pro Nacht auf. Im Freilauf sind es bis zu acht und bei Behandlung mit L-Tryptophan (München 1981) bis zu sechs Zyklen pro Nacht. Eine Übersicht über die absolute und die mittlere Dauer der einzelnen Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen geben die Tabellen 18a-e im Anhang.

Der erste NonREM-REM-Zyklus ist unter allen Versuchsbedingungen der längste. Im synchronisierten Versuchsabschnitt ist er mit einer mittleren Dauer von 204.75 ± 107.83 Minuten (vgl. 191 ± 112.43 Minuten München 1982) am längsten. Im Freilauf weist er eine mittlere Länge von 134.72 ± 40.73 Minuten auf, ist im Mittel also um mehr als eine Stunde kürzer (Differenz: 70.03 Minuten). Am kürzesten ist dieser Zyklus bei Behandlung mit L-Tryptophan: im Mittel 109.59 ± 40.93 Minuten. Alle folgenden Zyklen sind wesentlich kürzer.

Betrachtet man die durchschnittliche Länge aller NonREM-REM-Zyklen pro Nacht für jede einzelne Versuchsbedingung, so ergibt sich für den synchronisierten Versuchsabschnitt eine mittlere Länge von 103.55 ± 7.85 Minuten bzw. $19.41 \pm 0.69\%$ der Ruhezeit pro Zyklus. Im Freilauf beträgt die mittlere Länge des Einzelzyklus nur 82.15 ± 4.16 Minuten bzw. $14.59 \pm 1.99\%$ der Ruhezeit. Der einzelne NonREM-REM-Zyklus ist hier um 21.4 Minuten bzw. 4.82% der Ruhezeit kürzer als bei Synchronisation.

In den Vergleichsnächten in München 1982 haben die Zyklen eine mittlere Länge von 132.85 ± 72.34 Minuten bzw. $32.55 \pm 21.05\%$ der Ruhezeit bei großer Streubreite.

In der Tryptophan-Studie beträgt die durchschnittliche NonREM-REM-Zykluslänge 83.53 ± 18.47 Minuten bzw. $22.1 \pm 4.27\%$ der Ruhezeit. Die mittlere Länge in Minuten entspricht der Länge im Freilauf, es treten aber nur bis

zu sechs Zyklen pro Nacht auf und der mittlere prozentuale Anteil des einzelnen Zyklus an der Ruhezeit ist wesentlich größer wie auch unter anderen synchronisierten Versuchsbedingungen (vgl. Tabelle 18c).

Die gemittelten REM-NonREM-Zyklen zeigen keine so deutlichen Unterschiede. Hier beträgt die mittlere Länge des Einzelzyklus im ersten Versuchsabschnitt 69.45 ± 9.55 Minuten bzw. $13.18 \pm 3.24\%$ der Ruhezeit, im zweiten Versuchsabschnitt 69.36 ± 7.29 Minuten bzw. $12.34 \pm 2.1\%$ der Ruhezeit. Der einzelne Zyklus ist unter beiden Bedingungen annähernd gleich lang (Differenz: 0.09 Minuten bzw. 0.84% TIB).

In den Vergleichsuntersuchungen nimmt ein Zyklus bei einer mittleren Länge von 70.13 ± 4.07 Minuten (1982) und 64.75 ± 11.47 Minuten (1981) einen etwas größeren prozentualen Teil der Ruhezeit ein, im Mittel pro Zyklus $16.56 \pm 1.11\%$ (1982) und $17.17 \pm 2.52\%$ (1981) (vgl. Tabelle 18d).

Berechnet man die mittlere Länge aller ersten, zweiten und folgenden NonREM-REM- bzw. REM-NonREM-Zyklen für jede einzelne Versuchsbedingung, so ergibt sich für die NonREM-REM-Zyklen:

- 1) Der erste NonREM-REM-Zyklus ist unter allen Versuchsbedingungen der längste.
- 2) Im synchronisierten Versuchsabschnitt ist der dritte NonREM-REM-Zyklus mit einer mittleren Dauer von 98.25 ± 34.29 Minuten bzw. $18.86 \pm 8.51\%$ der Ruhezeit der längste nach dem ersten. Ab dem dritten Zyklus werden die Zyklen kürzer.
- 3) Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber ist der vierte NonREM-REM-Zyklus im Mittel der längste nach dem ersten. Er gleicht in seiner Länge dem entsprechenden Zyklus bei Synchronisation (Differenz: 0.28 Minuten bzw. 1.11% TIB). Die gemittelte Länge der Zyklen nimmt vom

zweiten bis zum vierten und vom fünften bis zum siebenten Zyklus zu.

- 4) In den Vergleichsnächten 1982 werden die NonREM-REM-Zyklen vom ersten bis zum vierten Zyklus kürzer. Der fünfte und letzte Zyklus ist wieder länger. Bei Behandlung mit L-Tryptophan ist der dritte NonREM-REM-Zyklus der längste nach dem ersten, aber nur unwesentlich länger als der zweite. Die Zyklen werden vom dritten bis zum fünften Zyklus kürzer. Dies entspricht dem synchronisierten Versuchsabschnitt in Anecdots. In einer Nacht folgt ein langer sechster NonREM-REM-Zyklus.

Zusammenfassend treten bei Synchronisation lange NonREM-REM-Zyklen früher auf als im Freilauf. Die Länge der einzelnen Zyklen nimmt im Lauf der Nacht ab.

Bei Betrachtung der entsprechenden REM-NonREM-Zyklen fällt auf:

- 1) Im synchronisierten Teil der Untersuchung ist der dritte REM-NonREM-Zyklus im Durchschnitt der längste der Nacht. Vom dritten bis fünften Zyklus werden die Zyklen kürzer.
- 2) Im zeitgeberfreien Versuchsabschnitt ist der sechste Zyklus am längsten, gefolgt vom vierten und dritten REM-NonREM-Zyklus. Die Länge der Zyklen nimmt im Mittel vom ersten bis vierten und vom fünften zum sechsten Zyklus zu. In einer Nacht gibt es einen sehr kurzen achten REM-NonREM-Zyklus.
- 3) In den Vergleichsuntersuchungen ist 1982 der erste Zyklus der längste. In einer Nacht gibt es einen sehr langen fünften REM-NonREM-Zyklus. 1981 ist ebenfalls der erste REM-NonREM-Zyklus im Mittel am längsten. Die Zyklusdauer nimmt vom ersten bis zum dritten Zyklus und vom vierten zum fünften ab. In einer Nacht gibt es einen längeren sechsten Zyklus.

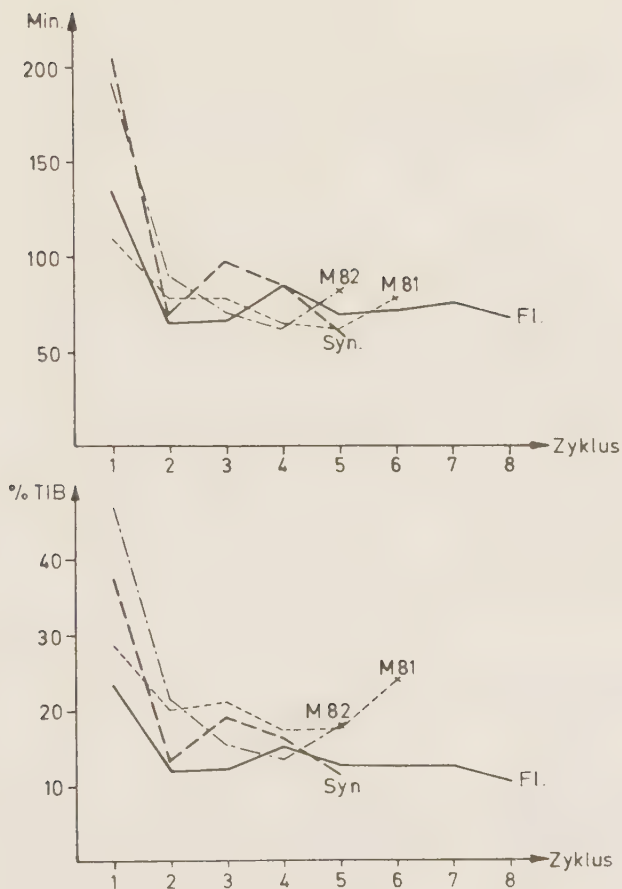


Abb. 13a Mittlere Dauer der NonREM-REM-Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Jede Kurve stellt die durchschnittliche Dauer der einzelnen NonREM-REM-Zyklen im Verlauf der Nacht unter bestimmten Versuchsbedingungen dar.

- München 1981, Synchronisation (M81)
- .-.-.- München 1982, Synchronisation (M82)
- - - - Andechs 1982, Synchronisation (Syn.)
- Andechs 1982, Freilauf (Fl.)

Im oberen Diagramm ist die Länge der Zyklen in Minuten (Min), im unteren Diagramm in Prozentwerten von der Ruhezeit (%TIB) wiedergegeben.

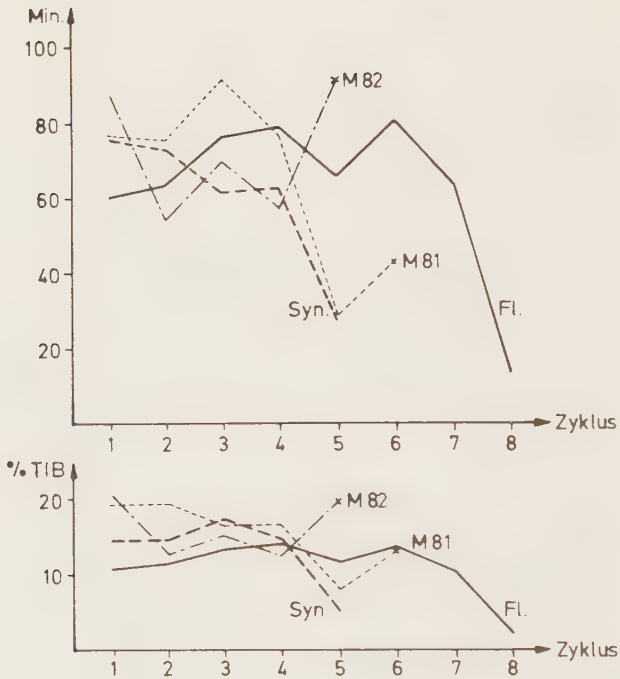


Abb. 13b Mittlere Dauer der REM-NonREM-Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Abb. 13b entspricht Abb. 13a.

Abzisse: REM-NonREM-Zyklen der Nacht in chronologischer Reihenfolge.

Ordinate: Dauer in Minuten (oberes Diagramm) und in Prozentwerten von der Ruhezeit (unteres Diagramm).

Bei Synchronisation sind die ersten REM-NonREM-Zyklen im Mittel länger als im Freilauf und werden im Verlauf der Nacht eher kürzer (vgl. Tabelle 18e).

4.2.2.5 Analyse der einzelnen Drittel von Ruhezeit und Schlafzeit

a) Schlafstadien

Im folgenden sollen die wichtigsten Ergebnisse der Schlafstadienanalyse in Bezug auf die einzelnen Drittel der Ruhezeit und der Schlafzeit dargestellt werden.

In den Tabellen 19a-c und 20a-c sind die Ergebnisse der Einzelnächte sowie Mittelwerte und Standardabweichungen für jede Versuchsbedingung aufgeführt.

Eine graphische Übersicht gibt Abbildung 14.

Abb. 14 Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Im oberen Teil des Diagramms ist die Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhezeit (TIB), im unteren Teil ihre Häufigkeit in jedem Drittel der Schlafzeit (SPT) bei verschiedenen Versuchsbedingungen dargestellt (von links nach rechts: München/Synchronisation 1981 (V₂); München/Synchronisation 1982 (V₁); Andechs/Synchronisation (Syn); Andechs/Freilauf (Fl)).

Um Schlafstadien, die innerhalb einzelner Drittel nur selten auftreten, besser zur Darstellung zu bringen, wurde für die Ordinate ein logarithmischer Maßstab gewählt. Die Häufigkeit der einzelnen Stadien ist in Prozentwerten von der Ruhezeit (oben % TIB) bzw. der Schlafzeit (unten % SPT) angegeben.

S-0: Wachzeiten

SWS: Slow-Wave-Sleep (Schlafstadien 3 und 4)

MT: Movement Time

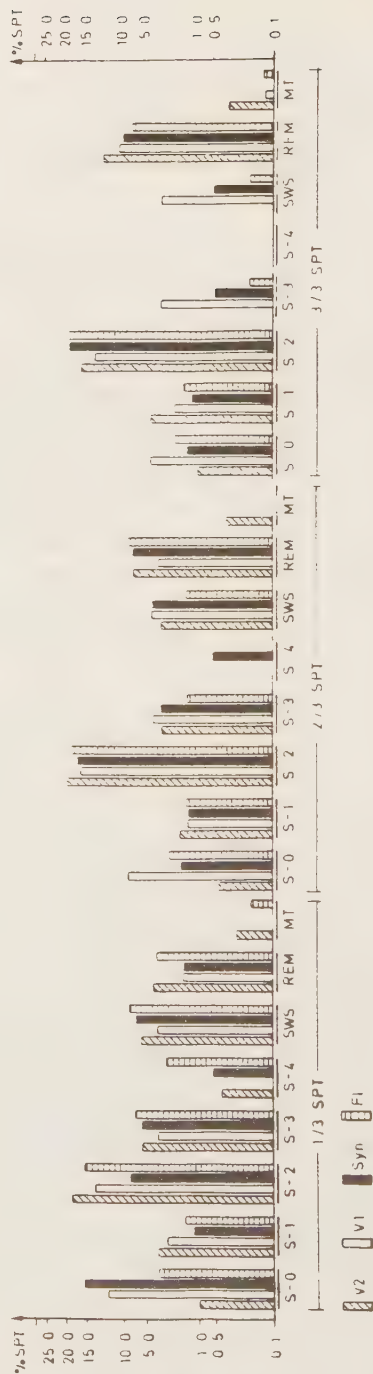
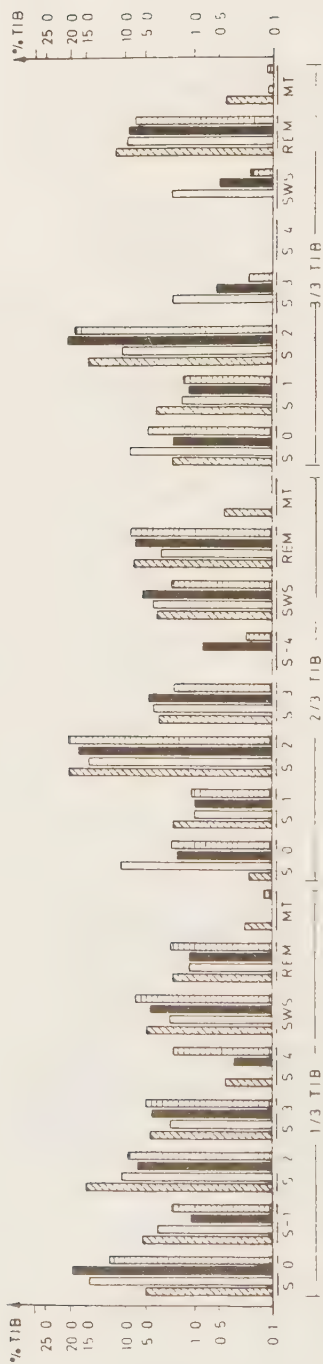


Abb. 14 Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

- Wachzeiten innerhalb der Ruhe- und der Schlafzeit (S-O)

Unter allen Versuchsbedingungen ist dieses Stadium im ersten Drittel besonders häufig und tritt im weiteren Verlauf der Nacht seltener auf. Bezogen auf die Ruhezeit wird es im mittleren Drittel am wenigsten beobachtet, in Bezug auf die Schlafzeit im letzten Drittel.

Bei Behandlung mit L-Tryptophan sind Wachzeiten im Vergleich seltener als unter Versuchsbedingungen ohne Medikamente. In Bezug auf die Schlafzeit nehmen sie im ersten und letzten Drittel annähernd die gleiche Zeit ein. Im ersten Drittel der Ruhezeit haben die Wachzeiten im Vergleich zu anderen Schlafstadien unter allen Versuchsbedingungen ohne Medikamente den größten Anteil. Er bleibt auch in den anderen Dritteln groß.

- Stadium 1

Dieses Schlafstadium ist im Vergleich zu anderen Schlafstadien eher selten. Sein Anteil an jedem Drittel der Ruhezeit beträgt unter allen Versuchsbedingungen zwischen 1.02 und 5.65%, sein Anteil an jedem Drittel der Schlafzeit zwischen 1.07 und 3.94%. Dabei tritt es in allen Abschnitten der Nacht ungefähr gleich häufig auf, insgesamt am seltensten im mittleren Abschnitt.

Im direkten Vergleich zeigt es sich am häufigsten bei Behandlung mit L-Tryptophan und häufiger in den Nächten in München als in denen in Andechs.

- Stadium 2

Im Schlafstadium 2 verbringt der Proband unter allen Versuchsbedingungen den größten Teil der Nacht. Es tritt ohne Ausnahme im zweiten und letzten Drittel sowohl der Ruhe- als auch der Schlafzeit öfter auf als alle anderen Schlafstadien. Unter Versuchsbedingungen ohne Medikamente verbringt der Proband das erste Drittel der Ruhezeit zum überwiegenden Teil im Wachzustand. Dies gilt auch für das erste Drittel der Schlafzeit im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs. In allen medikamentenfreien Unter-

suchungen ist der Anteil von Stadium 2 am ersten Drittel kleiner als am zweiten und dritten Drittel, in der Untersuchung mit Medikamenten überwiegt er im mittleren Drittel.

In der in Andechs durchgeführten Studie ist der prozentuale Anteil des Stadiums 2 an den Dritteln der Ruhezeit im ersten Drittel deutlich kleiner als in den letzten beiden Dritteln der Nacht. In den anderen Untersuchungen liegen alle Prozentwerte in einem engeren Bereich. Die mittlere Differenz zwischen dem kleinsten und größten Drittel-Prozentwert beträgt in Andechs 10.22%, in München 3.91%.

- Stadium 3 und 4

Der Anteil der Schlafstadien 3 und 4 ist unter allen Versuchsbedingungen im letzten Drittel von Ruhe- und Schlafzeit am geringsten und überwiegend im ersten Drittel am größten. Im Vergleich zu anderen Schlafstadien tritt es bezogen auf die Schlafzeit im Freilauf und bei Behandlung mit L-Tryptophan im ersten Drittel am zweithäufigsten nach Stadium 2 auf. Im mittleren Drittel nimmt es mit einer Ausnahme (Freilauf; Drittel-SPT) den drittgrößten Teil ein, während im letzten Nachtdrittel andere Stadien bei weitem überwiegen. Die Schlafstadien 3 und 4 werden häufiger zu Beginn der Nacht als zum Ende hin beobachtet.

Es sei hervorgehoben, daß bei dieser Versuchsperson Stadium 4 im letzten Drittel nur im Freilauf und mit einem verschwindend geringen Anteil beobachtet wird.

- Stadium REM

Dieses Schlafstadium zeigt das entgegengesetzte Verhalten der Stadien 3 und 4. Während es unter allen Versuchsbedingungen im ersten Drittel im Vergleich seltener auftritt, nimmt es im mittleren Drittel mit einer Ausnahme (München 1982) und im letzten Drittel ohne Ausnahme den zweitgrößten Anteil von allen Schlafstadien ein.

Im Freilauf überwiegt der mittlere prozentuale Anteil geringfügig im zweiten Drittel von Ruhe- und Schlafzeit gegenüber dem im letzten Drittel, unter allen anderen Versuchsbedingungen liegt der höchste Anteil im letzten Drittel. Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber tritt REM-Schlaf zu einem früheren Zeitpunkt der Nacht vermehrt auf.

Dies wird auch deutlich, wenn man die Differenzen der mittleren Prozentwerte bildet:

Differenz:	Freilauf	Synchroni-	München 1982	München 1981
1./2.Drit-		sation		
tel	+5.76/+4.79%	+6.26/+6.65%	+1.44/+1.92%	+5.37/+3.68%
2./3.Drit-				
tel	-0.75/-0.49%	+1.93/+2.06%	+6.95/+7.56%	+3.9/+4.83%
insgesamt	+5.76/+4.79%	+8.19/+8.71%	+8.39/+9.48%	+9.27/+8.51%

Sowohl die Summe der Differenzen als auch die Zunahme vom zweiten zum letzten Drittel ist unter allen Versuchsbedingungen mit Zeitgebern größer als im Freilauf. Im Bunker ist der mittlere prozentuale Zuwachs vom zweiten zum dritten Drittel kleiner als in den Vergleichsnächten in München.

- Movement-Time

Episoden mit hoher Muskelaktivität nehmen unter allen Versuchsbedingungen nur einen geringen prozentualen Anteil in Anspruch. Dabei tritt es bei Behandlung mit L-Tryptophan im Vergleich zu medikamentenfreien Nächten am häufigsten auf. Die prozentualen Anteile an der Ruhezeit und der Schlafzeit betragen maximal 0.42% und der Vergleich dieser Werte in Bezug auf die einzelnen Drittel erscheint nicht sinnvoll.

b) Schlaffeffizienz

Nachdem die Häufigkeitsverteilung aller Schlafstadien im Verlauf der Nacht beschrieben wurde, soll zusammenfassend die Schlaffeffizienz jedes Drittels der Ruhezeit und der Schlafzeit betrachtet werden. Die entsprechenden Werte der einzelnen Nächte sowie Mittelwerte und Standardabweichungen bei

den unterschiedlichen Versuchsbedingungen sind den Tabellen 21a-c und 22a-c zu entnehmen.

Unter allen Bedingungen ist die Schlafeffizienz im ersten Drittel der Ruhezeit und mit einer Ausnahme (München 1981) im ersten Drittel der Schlafzeit am geringsten. Im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs beträgt sie im ersten Drittel der Ruhezeit in der ersten Nacht nur 17.43%, in der zweiten Nacht 65.48%. Ähnliche Werte ergaben sich in der Vergleichsuntersuchung in München 1982 mit 34.02% in der zweiten Nacht und 76.21% in der ersten Nacht. Im Freilauf liegen die Prozentwerte mit Ausnahme der vorletzten Nacht zwischen 59.56 und 80.79% mit einem Mittelwert von $64.66 \pm 17.65\%$ und bei Behandlung mit L-Tryptophan erreichen sie mit einem Mittelwert von 84.89% fast die 85%-Grenze der als gut bezeichneten Schlafeffizienz (50).

Die Schlafeffizienz des ersten Drittels der Schlafzeit, wo die lange Einschlafzeit des Probanden unberücksichtigt bleibt, ist unter allen Versuchsbedingungen besser. Sie beträgt im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern in Andechs im Mittel $53.13 \pm 40.57\%$, in der Vergleichsuntersuchung in München 1982 $62.97 \pm 32.09\%$, im Freilauf $90.7 \pm 8.62\%$ und bei Behandlung mit Medikament 97.32 $\pm 4.2\%$.

Die Schlafeffizienz des zweiten Drittels der Ruhezeit und der Schlafzeit hat mit einer Ausnahme (München 1982) Mittelwerte von über 90%. Sie ist auch hier bei Behandlung mit L-Tryptophan am besten. In Bezug auf das mittlere Drittel der Ruhezeit ist sie im Vergleich zum ersten und letzten Drittel der Nacht am höchsten. Im letzten Drittel der Ruhezeit wird sie wieder geringer bei Mittelwerten zwischen $74.14 \pm 6.7\%$ (München 1982) und $94.12 \pm 4.31\%$ (Andechs-Synchronisation). Unter Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber in Andechs und in der Vergleichsuntersuchung in München 1982 ist die Schlafeffizienz des letzten Drittels der Schlafzeit mit Mittelwerten zwischen $87.27 \pm 8.67\%$ (München 1982) und $95.95 \pm 2.08\%$ (Andechs Synchronisation)

im Vergleich zum ersten und zweiten Drittel der Schlafzeit am höchsten. Bei Behandlung mit L-Tryptophan nimmt sie im letzten Drittel gegenüber dem zweiten etwas ab, bleibt aber auf dem sehr hohen Niveau von $97.04 \pm 3.93\%$. Über alle Versuchsbedingungen errechnen sich für die Ruhezeit und die Drittel der Ruhezeit und für die Schlafzeit und ihre Drittel folgende Prozentwerte der Schlaffeffizienz:

	insges.	1.Dr.	2.Dr.	3.Dr.
TIB	78.96%	61.53%	88.89%	86.24%
SPT	86.58%	76.03%	69.94%	93.73%

Allgemein kann die Schlaffeffizienz mit Ausnahme der des ersten Drittels als gut bezeichnet werden (vgl. 33, 50, 118, 134).

c) Stadienwechsel im Verlauf der Nacht

Im folgenden sollen Besonderheiten des Stadienwechsels im Verlauf der Nacht aufgezeigt werden. Die Anzahl der Stadienwechsel innerhalb der einzelnen Drittel von Ruhe- und Schlafzeit und die Anzahl der Stadienwechsel nach Stadium 1, Wach und Movement-Time im Verlauf der Schlafzeit ist in den Tabellen 23a-c für jede einzelne Nacht aufgeführt sowie Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen (vgl. Abb.14).

Im Freilauf nimmt die Anzahl der Stadienwechsel vom ersten bis zum letzten Drittel der Ruhezeit und der Schlafzeit ab. Die Anzahl der Stadienwechsel von tieferen zu leichteren Stadien nimmt im Verlauf der Schlafzeit gering zu.

Im synchronisierten Versuchsabschnitt treten im mittleren Teil der Ruhezeit durchschnittlich die meisten Stadienwechsel auf. Vom ersten zum letzten Drittel der Schlafzeit nimmt die Anzahl ab. Stadienwechsel nach leichteren Schlafstadien treten am seltensten im ersten Drittel und im häufigsten im mittleren Drittel der Schlafzeit auf.

Die gemittelte Anzahl der Stadienwechsel ist in der Vergleichsuntersuchung 1982 im mittleren Drittel der Ruhezeit und der Schlafzeit am kleinsten, im jeweiligen letzten Drittel am größten. Die Werte des ersten und dritten Drittels sind annähernd gleich groß. Stadienwechsel nach Stadium 1, Wach und Movement-Time treten im Vergleich am häufigsten im letzten und am seltensten im mittleren Drittel der Schlafzeit auf. Dies gilt auch bei annähernd gleichgroßen Mittelwerten für die Vergleichsuntersuchung 1981. Hier nimmt die mittlere Anzahl der Stadienwechsel im Verlauf der Ruhezeit wie im Freilauf ab. Die Werte des mittleren und des letzten Drittels sind fast gleich groß. Im letzten Drittel der Schlafzeit treten im Mittel geringfügig mehr Stadienwechsel auf als im mittleren Drittel, die meisten wurden im ersten Drittel beobachtet.

Die Anzahl der gesamten Stadienwechsel innerhalb der einzelnen Drittel liegt deutlich unter deren Anzahl bei den anderen Untersuchungen. Nur die mittlere Anzahl der Stadienwechsel nach Stadium 1, Wach und Movement-Time entspricht den anderen Werten.

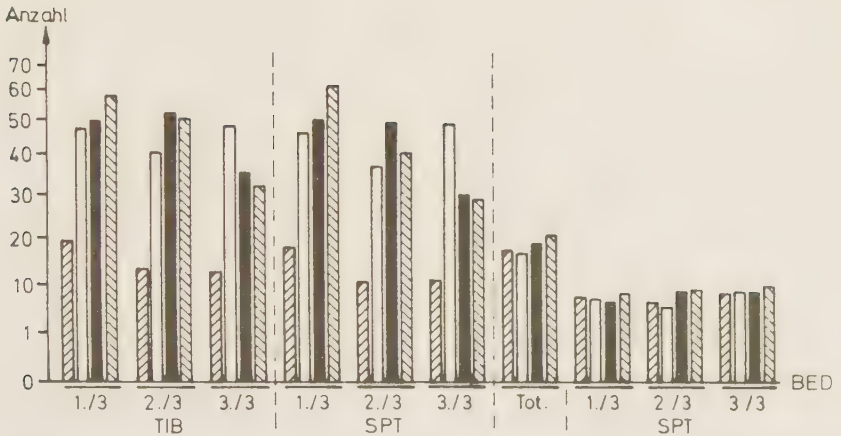


Abb. 15 Anzahl der Stadienwechsel in jedem Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Abszisse: Bedingung.

Von links nach rechts sind die einzelnen Drittel der Ruhezeit (TIB) und der Schlafzeit (SPT) aufgetragen. Die Balken geben hier die Häufigkeit aller Stadienwechsel für jeden dieser Zeitabschnitte wieder. Zuletzt ist für die gesamte Schlafzeit (Tot.) und für jedes Drittel davon die Anzahl der Stadienwechsel von tieferen zu leichteren Schlafstadien (S-1, Wach, Movement-Time) dargestellt.

Ordinate: Absolute Häufigkeit der Stadienwechsel (logarithmische Skalenteilung).

Nebeneinander ist jeweils die Anzahl der Stadienwechsel im entsprechenden Zeitabschnitt für die synchronisierten Versuchsbedingungen München 1981 (straffierte Balken links) und München 1982 (weiße Balken) sowie für die Versuchsbedingungen mit Zeitgebern (schwarze Balken) und ohne Zeitgeber (straffierte Balken rechts) in Andechs 1982 aufgezeichnet.

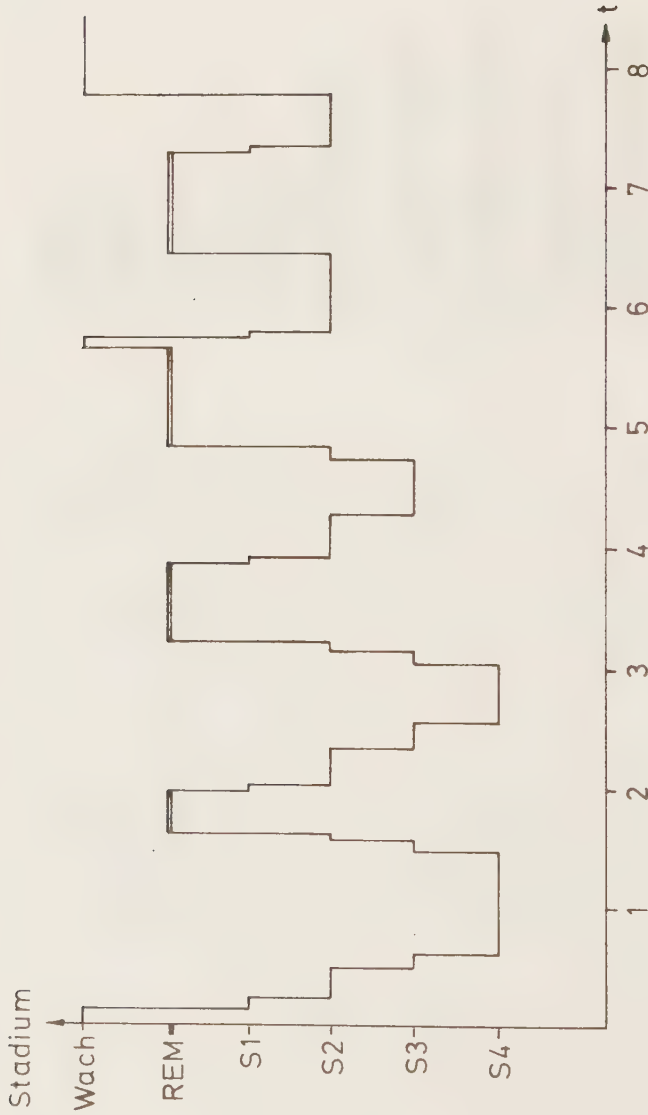


Abb. 16 Schematisiertes Schlafprofil eines normalen Schlafers.

Abszisse: Zeitachse: Dauer der Ruhezeit (hier Angabe nur in Stunden, bei den Schlafprofilen der Versuchsnächte in Stunden und der entsprechenden Tageszeit). Ordinate: Schlafstadien.

DATUM: 14./15.11.
 LICHT AUS: 22:35 UHR
 I. NACHT

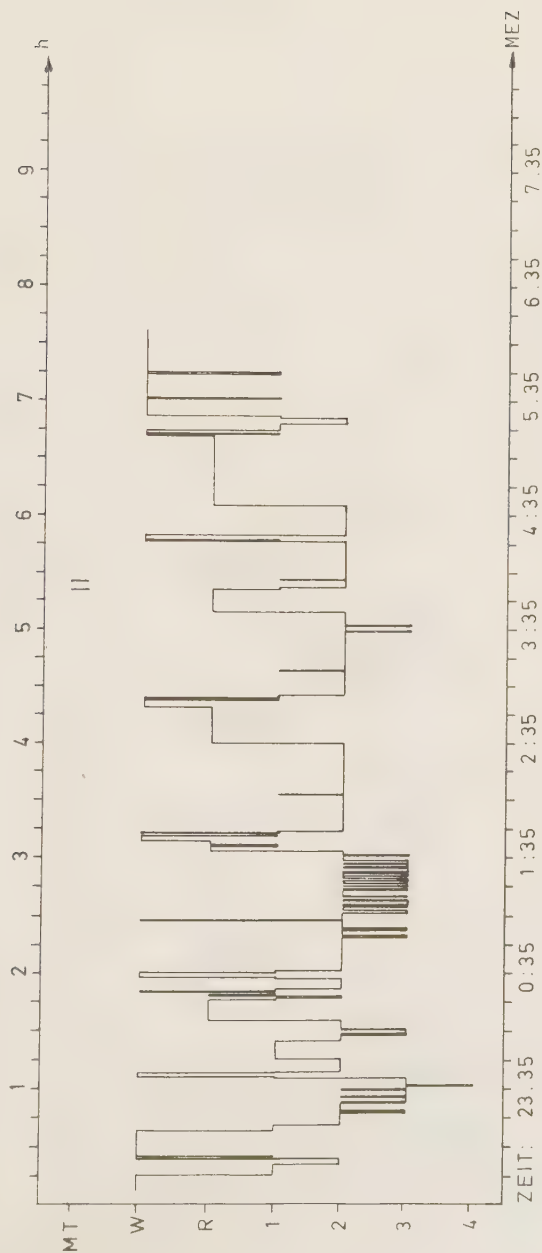


Abb. 17a Schlafprofil der 1. Vergleichsnacht unter
 synchronisierten Versuchsbedingungen
 München 1982.

DATUM: 15./16. 11.
LICHT AUS: 23:35 UHR

II. NACHT

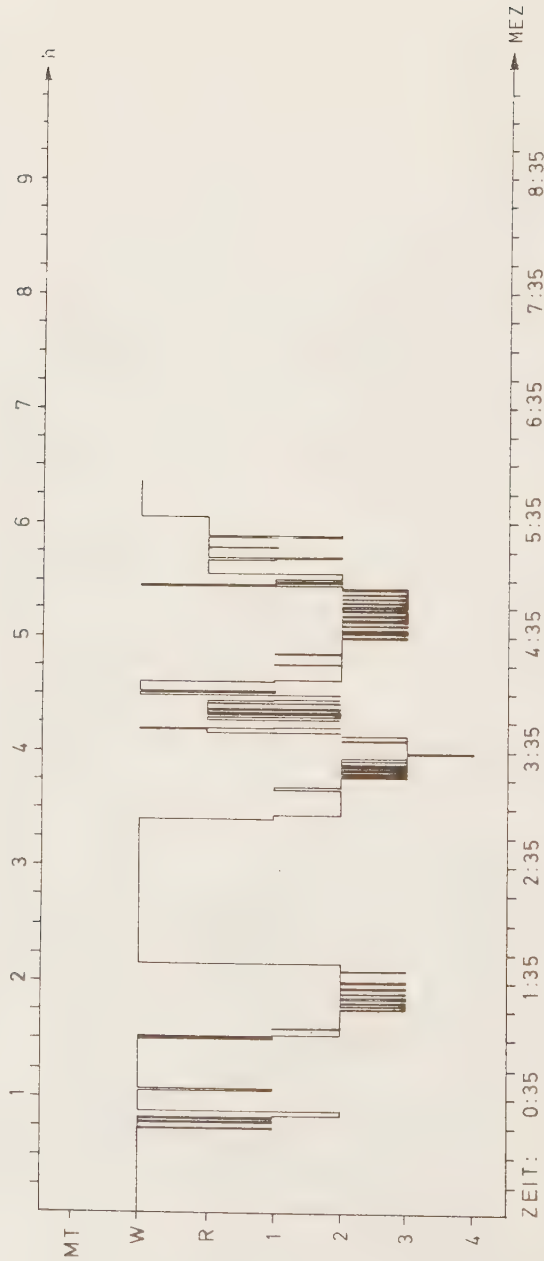


Abb. 17b Schlafprofil der 2. Vergleichsnacht
unter synchronisierten Versuchsbedingungen
München 1982.

DATUM: 26./27.7.
 LIGHT AUS: 21:05 UHR

1. NACHT

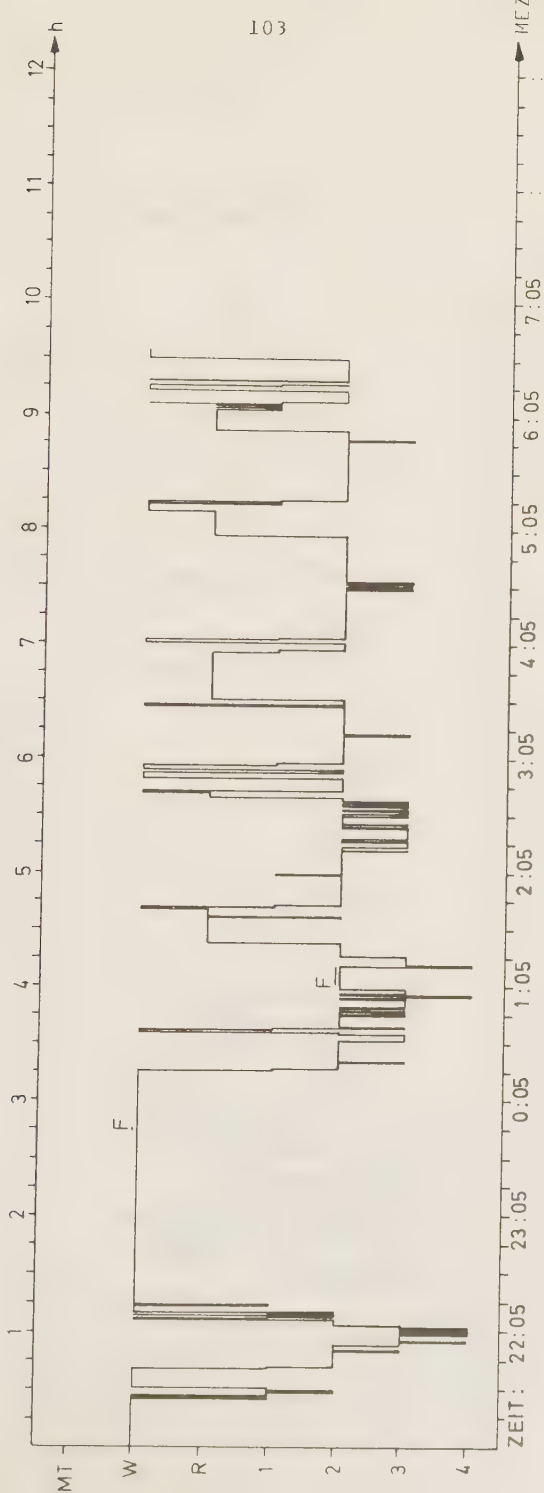


Abb. 17c Schlafprofil der 1. Nacht
 unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern
 in Andechs 1982

DATUM: 27./28.7. 2. NACHT
 LICHT AUS: 22:55 UHR

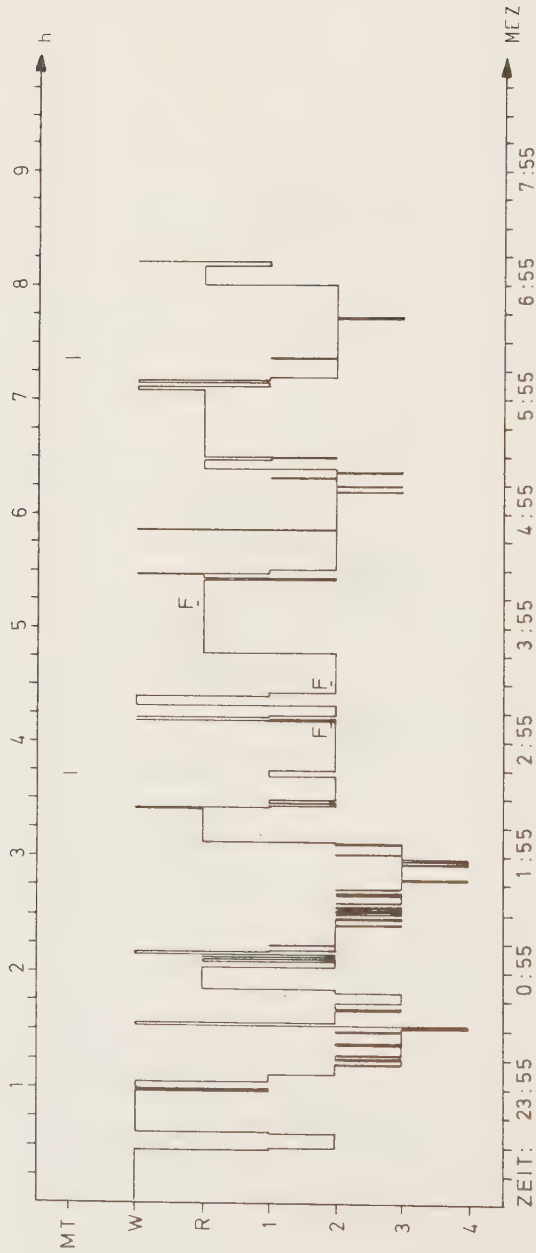


Abb. 17d Schlafprofil der 2. Nacht
 unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern
 in Andechs 1982

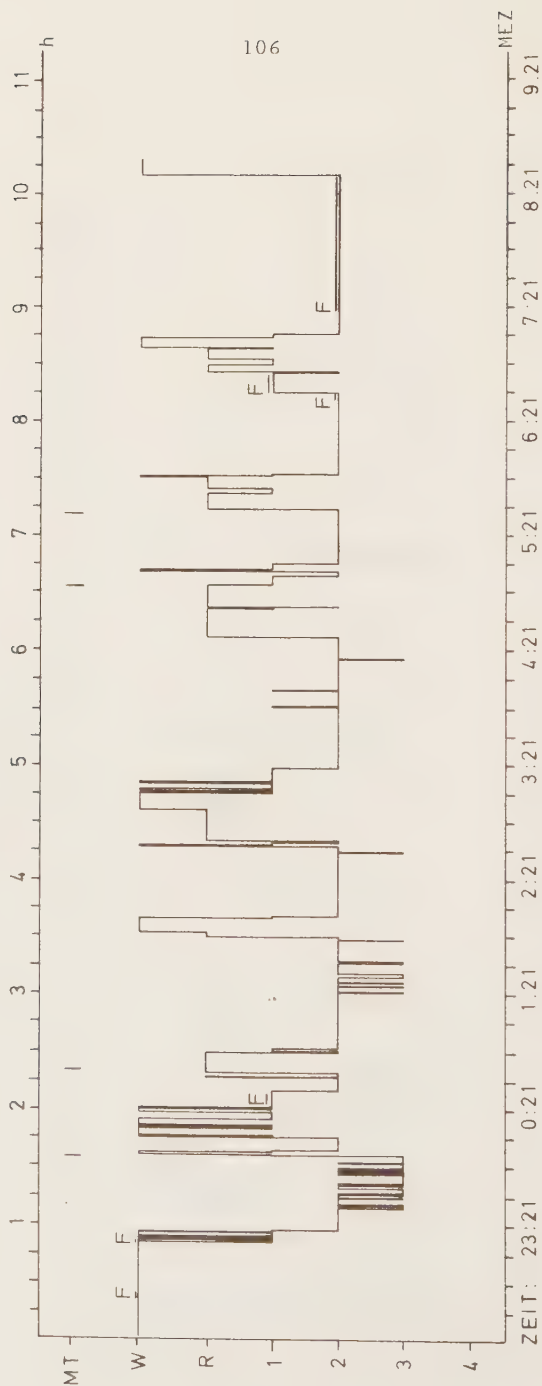
LICHT AUS: 20:34 UHR



Abb. 17e Schlafprofil der 3. Nacht

DATUM: 29./30.7. 4 NACHT

LICHT AUS: 22:21 UHR



106

MEZ

ZEIT:	23:21	0:21	1:21	2:21	3:21	4:21	5:21	6:21	7:21	8:21	9:21
-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Abb. 17f Schlafprofil der 4.Nacht
unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber
in Andechs 1982

DATUM: 30./317
 LICHT AUS: 1:42 UHR
 5. NACHT

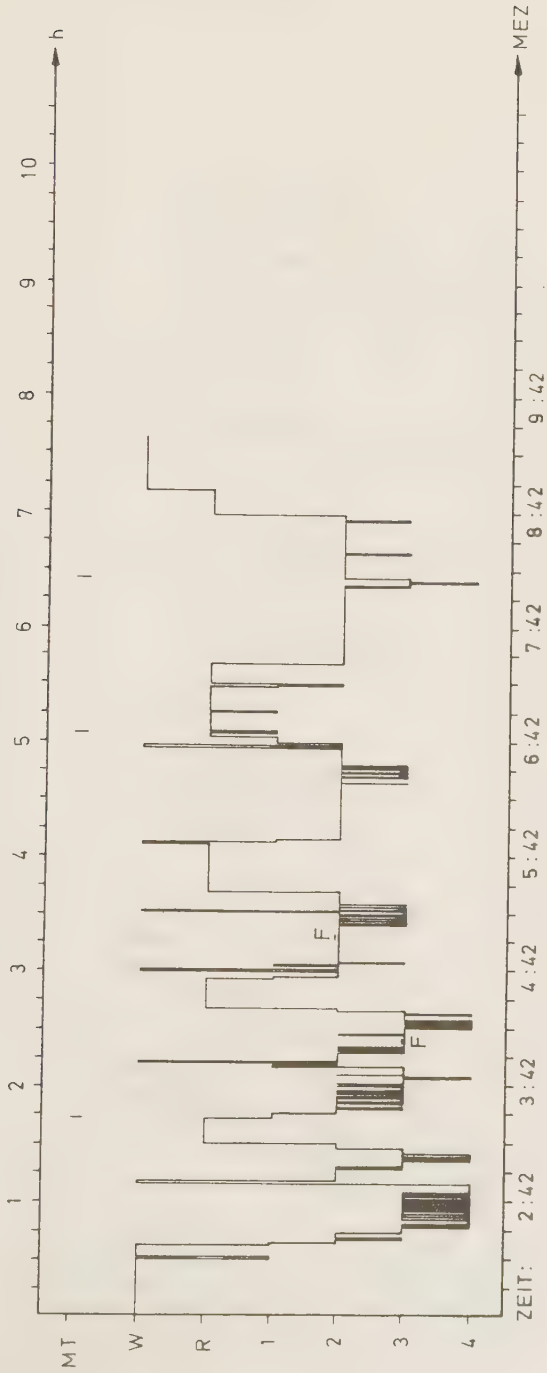


Abb. 17g Schlafprofil der 5. Nacht unter
 Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber
 in Andechs 1982.

6. NACHT

DATUM: 31.7./1.8.
LICHT AUS: 23 20 UHR

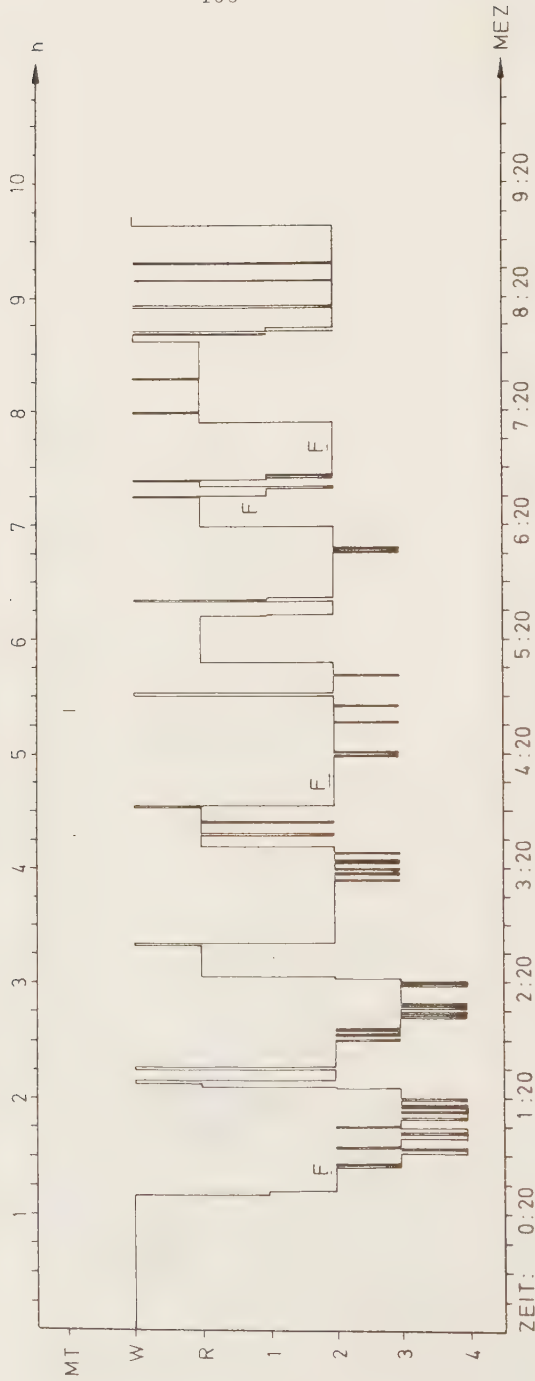


Abb. 17h Schlafprofil der 6. Nacht unter
Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber
in Andechs 1982

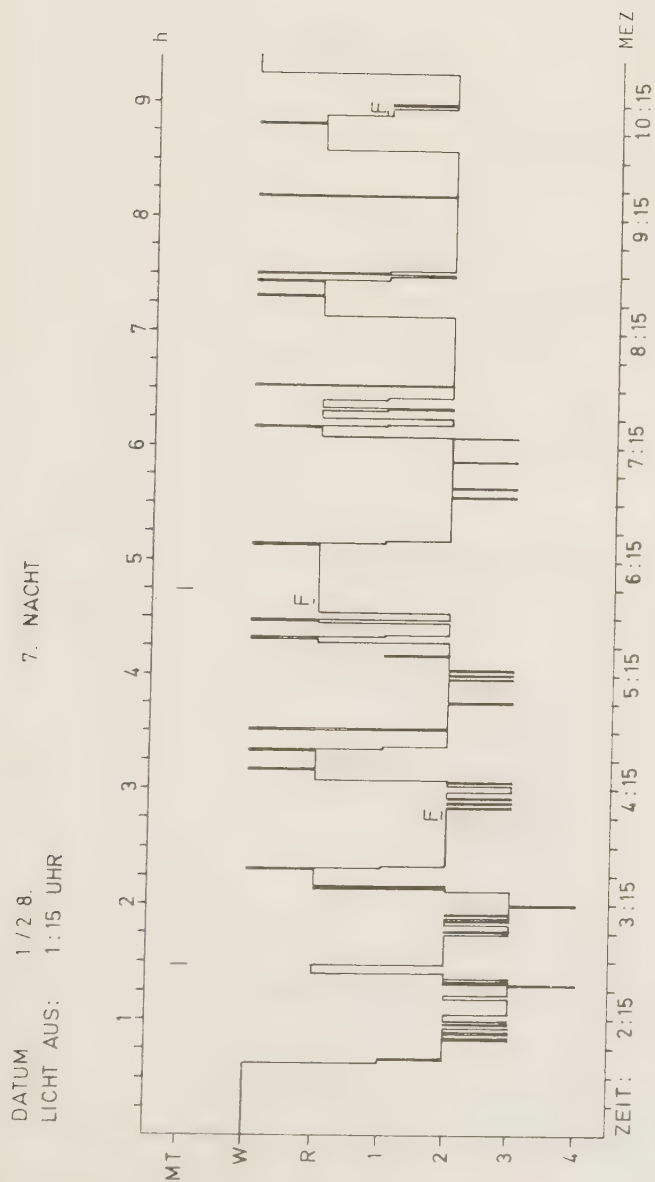
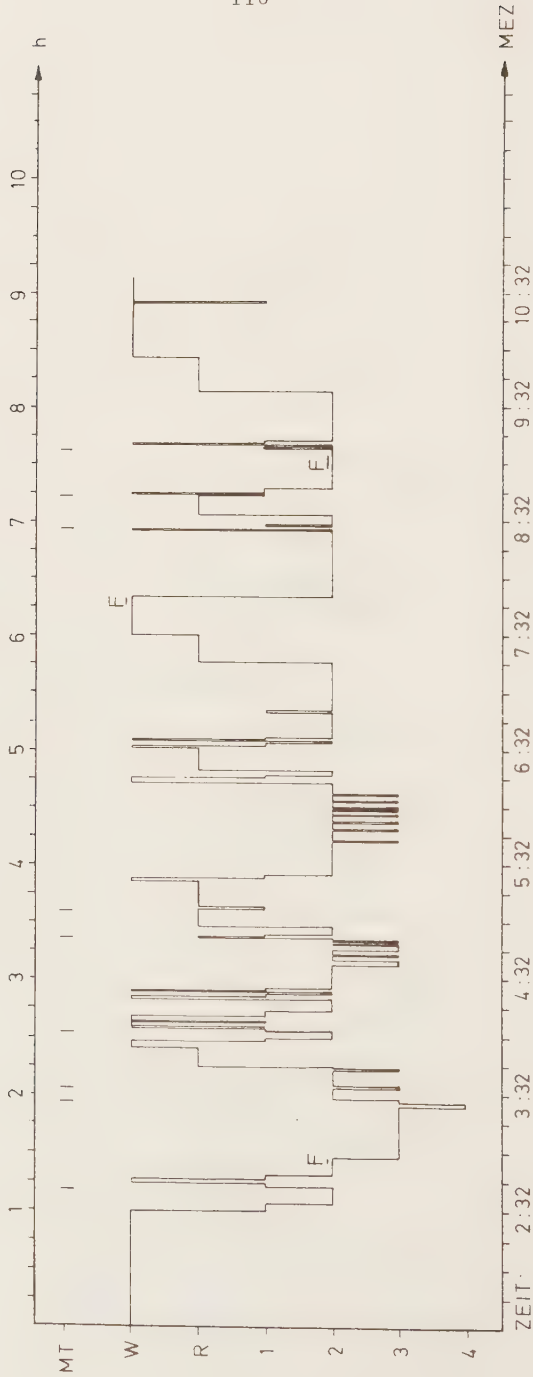


Abb. 17i Schlafprofil der 7. Nacht
unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber
in Andechs 1982

8. NACHT

 DATUM: 2./3.8.
 LICHT AUS: 1:32 UHR

 Abb. 17j Schlafprofil der 8. Nacht unter
 Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber
 in Andechs 1982.

9. NACHT

DATUM: 3 / 4 8
LICHT AUS: 1:33 UHR

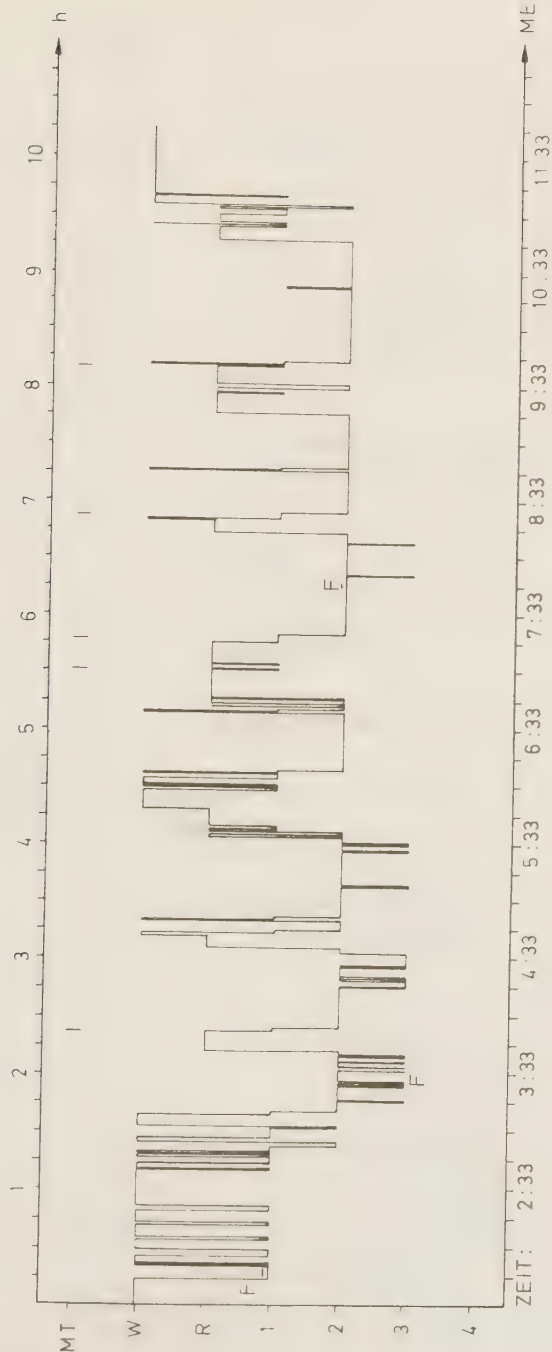


Abb. 17k Schlafprofil der 9. Nacht unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber in Andechs 1982.

DATUM: 4./5.8.
 LICHT AUS: 1:26 UHR
 10. NACHT

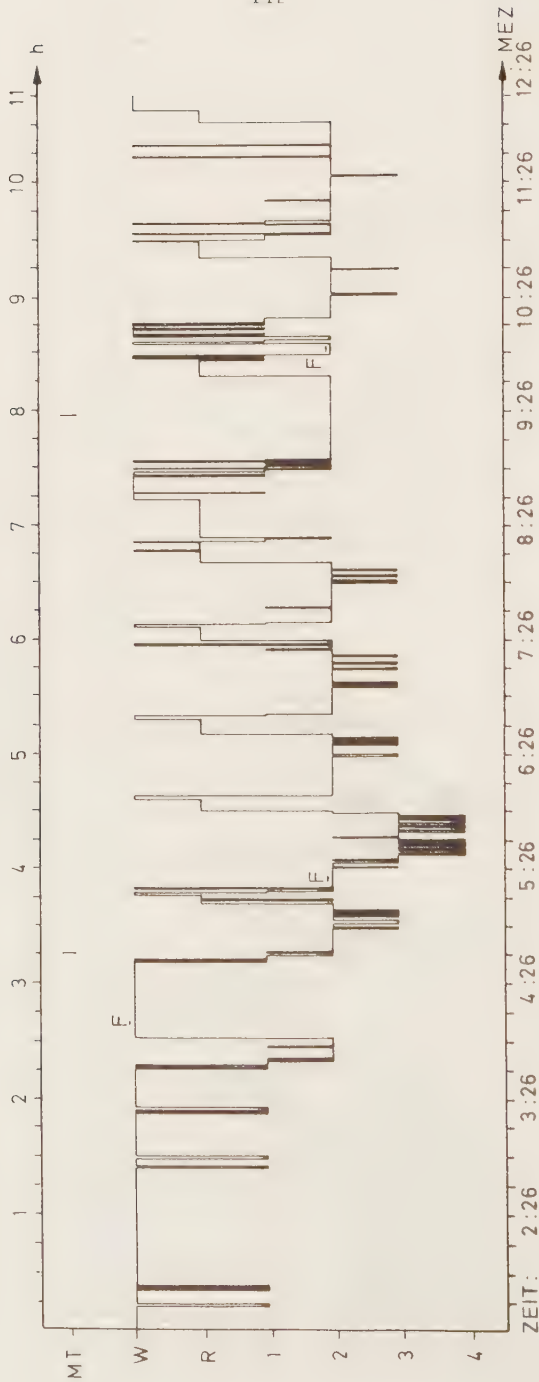


Abb. 171 Schlafprofil der 10. Nacht unter
 Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber
 in Andechs 1982.

DATUM: 5./6.8. 11. NACHT

LICHT AUS: 3:20 UHR

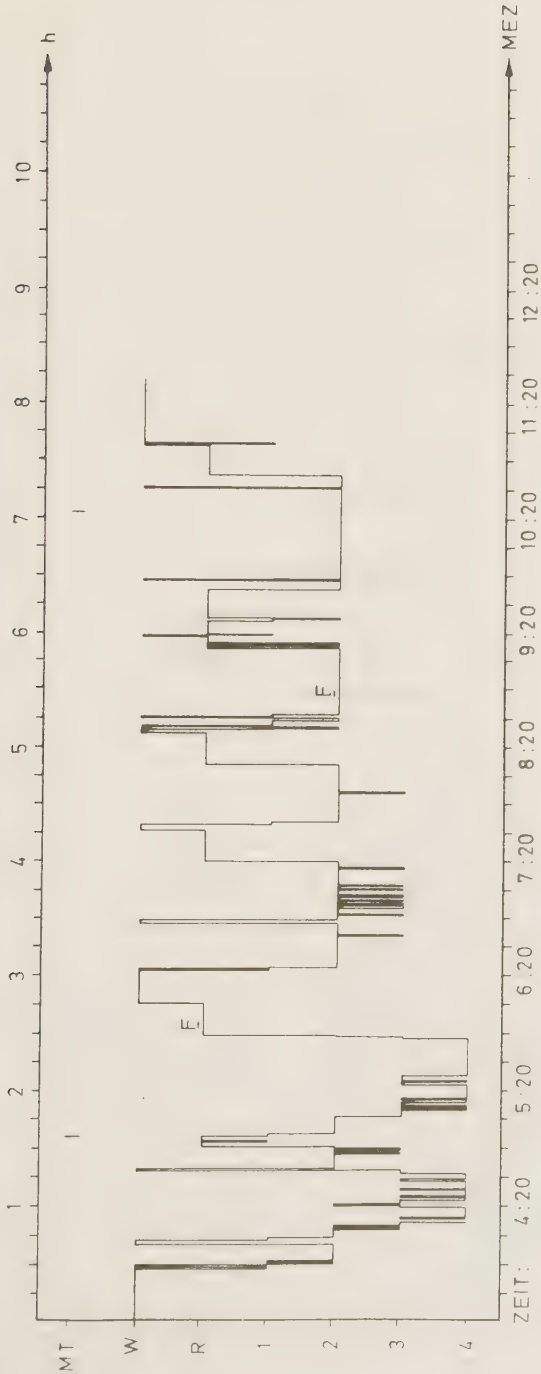


Abb. 17m Schlafprofil der 11. Nacht unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber in Andechs 1982.

DATUM: 6./7.8.
 LICHT AUS: 23:40 UHR

12. NACHT

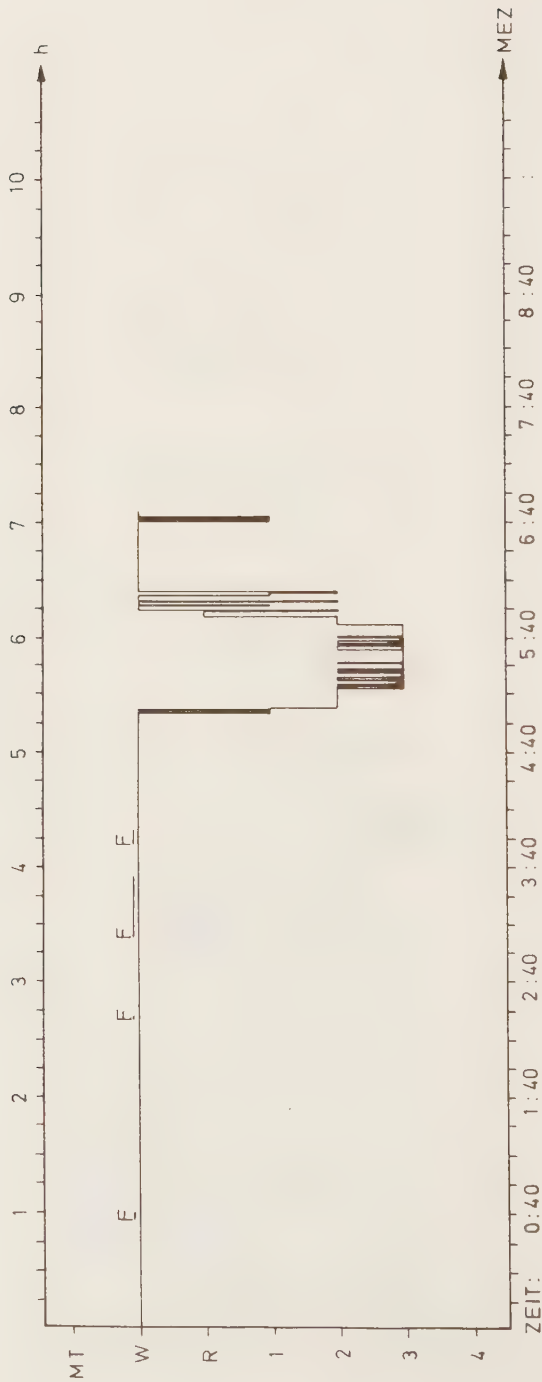


Abb. 17n Schlafprofil der 12. Nacht unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern in Andechs 1982.

4.2.2.6 Zusatzvariable

- REM-Dichte

In der ersten Versuchsnacht mit Zeitgebern traten insgesamt nur 299 Augenbewegungen auf, das sind weniger als halb so viele schnelle Augenbewegungen wie in allen anderen Nächten in Andechs. Auch die pro Minute REM-Schlaf errechnete Augenbewegungsdichte ist hier mit einem Wert von 4.15 von allen Nächten am geringsten.

In der zweiten Nacht erhöhte sich die Gesamtzahl um mehr als 100% auf 610 Augenbewegungen im Verlauf der Nacht mit einer REM-Dichte von 4.8 pro Minute.

Im Mittel treten bei Synchronisation 454.5 ± 219.9 Augenbewegungen in der Nacht und 4.48 ± 0.46 Augenbewegungen pro Minute REM-Schlaf auf. Bezogen auf die einzelnen REM-Episoden ist die REM-Dichte in der ersten Episode mit 2.97 ± 0.36 Augenbewegungen pro Minute am geringsten und in der zweiten mit 5.77 ± 0.24 am größten vor der fünften, letzten mit 5.63 ± 0.95 (vgl. Tabellen 24a und b im Anhang).

Im freilaufenden Versuchsabschnitt wurden im Durchschnitt 713.33 ± 73.37 Augenbewegungen pro Nacht und 6.75 ± 0.83 pro Minute REM-Schlaf ermittelt. Beide Werte liegen deutlich über den Vergleichswerten des synchronisierten Versuchsabschnittes. Auch hier ist die REM-Dichte der ersten Episode mit 4.77 ± 1.79 schnellen Augenbewegungen pro Minute im Vergleich mit der REM-Dichte der folgenden Episoden am geringsten. Die höchsten Mittelwerte pro Minute ergeben sich mit 7.9 ± 1.91 für die dritte, 7.84 ± 2.47 für die sechste und 7.79 ± 2.79 für die vierte REM-Phase. Die durchschnittliche REM-Dichte jeder einzelnen Episode im Freilauf ist größer als die der entsprechenden Episoden bei Synchronisation.

Die REM-Dichte wurde auch in der 1981 in München durchgeführten Studie ermittelt, hier aber nach einer anderen Methode, so daß die Werte nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind. Die mittlere Anzahl der Augenbewegungen pro Minute ist aber auch hier in der ersten REM-Episode

am geringsten und nimmt bis zur vierten Episode zu. In sieben von elf Nächten ist sie in der jeweils letzten Episode der Nacht am höchsten.

- Tonuserhöhungen

Kurzfristige Tonuserhöhungen der Muskulatur im Schlaf zeigten sich am häufigsten in den Stadien 2 und REM. In den Nächten mit Zeitgebern wurden im Mittel in 22 ± 1.41 Episoden deutliche und in 5 ± 5.66 Episoden diskrete Tonuserhöhungen beobachtet, in den Nächten ohne Zeitgeber im Mittel 35.56 ± 14.55 bzw. 10.89 ± 6.83 Episoden. Die Einzelwerte für jede Nacht sind in Tabelle 24a im Anhang zusammengestellt, die Mittelwerte in Tabelle 24b.

- Atypische Wellenmuster im EEG

In allen Polygrammen fällt eine hohe Anzahl von K-Komplexen auf, besonders viele traten in der ersten Versuchsnacht mit Zeitgebern und in der sechsten, siebenten und elften Nacht ohne Zeitgeber auf. Weiter findet sich intermittierend α -Aktivität in Episoden, die als Stadium 2 und REM klassifiziert wurden. In Nächten, in denen diese atypischen Wellenmuster besonders häufig auftreten, wurden auch mehr kurzfristige Muskel-Tonuserhöhungen beobachtet als in Nächten mit seltenen EEG-Auffälligkeiten (vgl. Tabelle 24b im Anhang: 6., 7. und 11. Nacht).

4.3 Der Schlaf in Abhängigkeit von anderen physiologischen Funktionen

4.3.1 Körpertemperatur und Schlaf

- Die Körpertemperatur im Verlauf der einzelnen Nächte. Das Minimum der Körpertemperatur liegt in der ersten Nacht in Andechs am Ende der Schlafzeit und weist - bezogen auf die Mitte der Ruhezeit - die höchste positive Gradabweichung von dieser auf. Mit einer Höhe von 35.85°C

ist es im Vergleich zu anderen Temperaturtiefstwerten relativ hoch. In der zweiten Nacht mit Zeitgebern tritt es bereits zu Beginn der Schlafzeit mit entsprechend hoher negativer Gradabweichung von der Ruhezeitmitte auf und ist hier um 0.2°C niedriger als in der ersten Nacht. In der dritten und vierten Nacht ohne Zeitgeber fällt es wieder in die zweite Hälfte der Schlafzeit und tritt nach der Mitte der Ruhezeit auf. Die Höhe dieser Minima bleibt im Vergleich mit 35.65°C und 35.58°C niedrig.

In der fünften bis siebenten Nacht steigt die Körpertemperatur bei sehr früher Lage des Minimums im Laufe der Schlafzeit an. Das Minimum der Körpertemperatur hat in der fünften Nacht einen Wert von 35.74°C und fällt auf den niedrigsten in dieser Untersuchung gemessenen Wert von 35.5°C in der siebenten Nacht.

In der achten Versuchsnacht ist der Tiefstwert der Körpertemperatur um 0.3°C höher als in der vorhergehenden Nacht und fällt wieder in die zweite Hälfte von Schlafzeit und Ruhezeit.

Die Temperaturminima der folgenden zeitgeberfreien Nächte schwanken zwischen 35.7°C (9. und 11.Nacht) und 35.85°C (10.Nacht) und liegen wieder in der ersten Hälfte von Schlafzeit und Ruhezeit.

Die letzte Versuchsnacht in Andechs läßt sich nur bedingt für den Vergleich verwenden, da der Proband nach Kenntnis der realen Tageszeit früher zu Bett ging als dies bei weiterem Freilauf vermutlich der Fall gewesen wäre, so daß das Minimum hier wieder eher mit dem Ende der Schlafzeit zusammenfällt wie in der ersten Nacht (vgl. Abb.18).

Die Minima der Körpertemperatur zeigen in den aufeinanderfolgenden Nächten keine einheitliche zeitliche Beziehung zur Schlafzeit oder zur Mitte der Ruhezeit. Auch gibt es keine tendenzielle Verschiebung zum Anfang oder zum Ende der Schlafzeit hin. Gegen Ende der Untersuchung nähern sich die Werte zeitlich der Ruhezeitmitte.

Im synchronisierten Versuchsabschnitt schläft der Proband, bei Einbeziehung der letzten Nacht, überwiegend bei im Verlauf der Schlafzeit abfallenden Körpertemperatur, im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber steigt sie bei überwiegend frühem Auftreten des Minimums im Verlauf der Schlafzeit an. Das Verhältnis beider Bedingungen ist in beiden Versuchsabschnitten 2:1 (vgl. Abb.18).

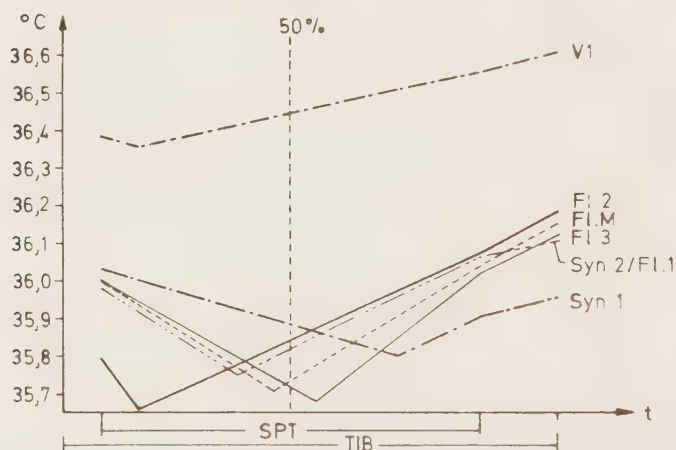


Abb. 18 Temperaturverlauf in der Nacht bei unterschiedlichen Erscheinungszeitpunkten der Temperaturminima

Die Abszisse ist eine Zeitachse, auf der Anfang und Ende der Schlafzeit (SPT) bzw. der Ruhezeit (TIB) markiert sind. Auf der Ordinate ist die Höhe der Körpertemperatur in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) angegeben. Übereinander ist schematisch der Verlauf der Körpertemperatur im Verlauf der Nacht bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Temperaturminima dargestellt. Die senkrechte, gestrichelte Linie betont die Mitte der Ruhezeit.

- V₁: München 1982/Synchronisation - Temperaturminimum früh
 Syn 1: Andechs/Synchronisation - Temperaturminimum spät
 Syn 2/
 Fl 1: Andechs/Synchronisation und Andechs/Freilauf - Temperaturminimum früh
 Fl 2: Andechs/Freilauf - Temperaturminimum vor der Mitte der Ruhezeit
 Fl M: Andechs/Freilauf - Temperaturminimum vor oder nach der Mitte der Ruhezeit
 Fl 3: Andechs/Freilauf - Temperaturminimum nach der Mitte der Ruhezeit

In den Vergleichsnächten (München 1982) tritt das Temperaturminimum zum Beginn der Schlafzeit auf. Hier schläft die Versuchsperson wie in der überwiegenden Zahl der Nächte ohne Zeitgeber bei im Verlauf der Schlafzeit ansteigender Körpertemperatur.

In der Untersuchung 1981 wurde die Körpertemperatur nicht gemessen, so daß diese Nächte nicht zum Vergleich herangezogen werden können.

Bei verschiedenen Bedingungen zeigen sich folgende Besonderheiten:

a) Spätes Temperaturminimum (2 synchronisierte Nächte):

Die Körpertemperatur ist zu Beginn der Schlafzeit höher als am Ende der Schlafzeit und im Mittel auch höher als am Ende der Ruhezeit.

Die Temperaturminima sind höher als die Minima in Nächten mit früherem Temperaturminimum.

b) Temperaturminimum nach der Mitte der Schlafzeit (3 Nächte ohne Zeitgeber):

Die Körpertemperatur ist zu Beginn und Ende der Schlafzeit im Mittel annähernd gleich hoch (Differenz: 0.02°C). In zwei Nächten bleibt die Körpertemperatur bis zum Ende der Ruhezeit gleich, in einer steigt sie an.

c) Temperaturminimum vor der Mitte der Schlafzeit (3 Nächte ohne Zeitgeber):

Die Körpertemperatur ist zu Beginn der Schlafzeit in zwei Nächten niedriger als am Ende der Schlafzeit und ohne Ausnahme niedriger als am Ende der Ruhezeit. Sie steigt vom Ende der Schlafzeit bis zum Ende der Ruhezeit an.

Wenn das Temperaturminimum vor oder nach der Mitte der Schlafzeit auftritt, ist die Körpertemperatur zu Beginn der Schlafzeit im Mittel fast gleich hoch (Differenz: 0.02°C) und nur geringfügig niedriger als in Nächten mit spätem Temperaturminimum. Die mittleren Temperaturwerte

am Ende von Schlafzeit und Ruhezeit liegen ebenfalls in einem engen Temperaturintervall von weniger als 0.1°C , wenn das Minimum vor oder nach der Mitte der Schlafzeit auftritt. Sie sind deutlich höher als in Nächten mit spätem Temperaturminimum.

Die Höhe des mittleren Temperaturminimums dieser sechs Nächte liegt zwischen der mittleren Höhe des Minimums bei frühem und spätem Erscheinungszeitpunkt.

d) Frühes Temperaturminimum (3 Nächte ohne Zeitgeber, 1 synchronisierte Nacht/2 Nächte München 1982)

Die Körpertemperatur zu Beginn der Schlafzeit ist im Mittel deutlich niedriger als in Nächten mit einem späteren Temperaturminimum und niedriger als am Ende von Schlaf- und Ruhezeit. In drei Nächten erfolgt bis zum Ende der Ruhezeit kein Temperaturanstieg mehr, in einer Nacht steigt die Körpertemperatur vom Ende der Schlafzeit bis zum Ende der Ruhezeit an (vergleiche München 1982). Im Mittel erfolgt in diesem Zeitraum ein Temperaturanstieg von 0.5°C . Die Temperaturminima sind niedriger als später gelegene Temperatur-Tiefstwerte.

In der Vergleichsuntersuchung 1982 in München sind alle Temperaturwerte deutlich höher, was durch eine unterschiedliche Eichung der Meßgeräte bedingt sein kann. Die Temperaturdifferenzen zwischen der Körpertemperatur zu Beginn der Schlafzeit und dem Minimum betragen höchstens 0.05°C (vgl. Andechs: im Durchschnitt 0.15°C) und zwischen dem Minimum und der Körpertemperatur am Ende der Schlafzeit im Mittel 0.25°C (vgl. Andechs: im Mittel 0.47°C), so daß Abfall und Anstieg der Körpertemperatur sich in dieser Untersuchung flacher darstellen (vgl. Tabellen 25a und 25b).

- Allgemeine Schlafvariable

Unter Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber nimmt die absolute Länge der Ruhezeit und der Schlafzeit zu,

wenn das Minimum der Körpertemperatur spät in Erscheinung tritt. Die relative Länge der Schlafzeit als Prozentwert von der Ruhezeit ist am größten im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs und unterscheidet sich hier bei einem späten und einem frühen Temperaturminimum nicht wesentlich. In den Nächten ohne Zeitgeber ist sie im Mittel annähernd gleich groß, wenn der Tiefstwert der Körpertemperatur nach der Mitte der Ruhezeit und zu Beginn der Schlafzeit auftritt, und am niedrigsten, wenn das Temperaturminimum vor der Mitte der Ruhezeit liegt.

Die echte Schlafzeit ist im Freilauf absolut am längsten in Nächten mit einem späteren Temperaturminimum und am kürzesten in Nächten mit einem vor der Mitte der Ruhezeit auftretenden Minimum der Körpertemperatur. Die relative Länge der echten Schlafzeit ist am größten in den Nächten mit und ohne Zeitgeber, in denen das Temperaturminimum am Anfang der Schlafzeit zu finden ist, und am kürzesten in der ersten Nacht mit spätem Temperaturminimum. Die entsprechenden Werte der Ruhezeit, Schlafzeit und echten Schlafzeit aus der in München 1982 durchgeführten Untersuchung sind im Vergleich zu den in Andechs ermittelten Werten in der Regel niedriger, so daß ein direkter Vergleich zweifelhaft erscheint.

Der Zeitraum vom Zubettgehen bis zum ersten Auftreten von Schlafstadium 1 wird in den Vergleichsnächten mit Zeitgebern länger, wenn das Temperaturminimum früher in Erscheinung tritt. In den Vergleichsnächten ohne Zeitgeber ist die S-1-Latenz am kürzesten, wenn das Minimum vor der Mitte der Ruhezeit auftritt, und am längsten in Nächten mit frühen Temperaturminima. Die S-2-Latenz nimmt wie die S-1-Latenz in den synchronisierten Nächten leicht zu, wenn das Temperaturminimum früher auftritt. Im Freilauf ist sie im Gegensatz

zur S-1-Latenz in Nächten mit einem vor der Mitte der Ruhezeit liegenden Temperaturminimum am größten.

Die mittleren Latenzen von Stadium 1 und 2 in den zeitgeberfreien Nächten mit frühem und späterem Temperaturminimum unterscheiden sich nur geringfügig voneinander (vgl. Tabelle 26).

- Die Schlafstruktur

a) Wachzeiten

Die Wachzeiten innerhalb der Einschlafzeit sind beim Vergleich der synchronisierten Nächte etwas länger, wenn das Temperaturminimum zu Beginn der Schlafzeit auftritt. In den Nächten ohne Zeitgeber nehmen sie bei frühem und späterem Auftreten des Minimums annähernd die gleiche Zeit in Anspruch und sind am längsten in Nächten mit Temperaturminima vor der Mitte der Ruhezeit. Dabei sind die Wachzeiten in den freilaufenden Nächten vor dem Einschlafzeitpunkt länger als in den synchronisierten Nächten. Innerhalb der Schlafzeit dagegen nehmen sie in den Nächten mit Zeitgebern mehr Zeit in Anspruch als in denen ohne Zeitgeber.

Der Anteil der Wachzeit an der Schlafzeit wird kleiner, wenn das Temperaturminimum am Anfang der Schlafzeit auftritt. Im ersten Drittel der Schlafzeit nimmt die Länge der Wachzeiten in den synchronisierten Nächten mit früherem Erscheinungszeitpunkt der Temperaturminima deutlich ab.

In den Nächten ohne Zeitgeber sind die Wachzeiten länger, wenn die Tiefstwerte der Körpertemperatur vor oder nach der Mitte der Ruhezeit erreicht werden. Treten die Minima zu Beginn der Schlafzeit in Erscheinung, so nimmt die Wachzeit weniger Zeit in Anspruch. Dies gilt auch für das zweite und das letzte Drittel der Schlafzeit.

Im zweiten Drittel der Schlafzeit ist die Länge der Wachzeiten in allen synchronisierten Nächten annähernd gleich groß. In den zeitgeberfreien Nächten ist sie wie im ersten Drittel größer, wenn die Temperaturminima vor oder nach der Mitte der Ruhezeit auftreten.

Im letzten Drittel werden die Wachzeiten in allen Nächten in Anbetracht mit früherem Erscheinungszeitpunkt der Temperaturtiefstwerte kürzer.

b) Schlafstadium 1

In allen Nächten mit und ohne Zeitgeber tritt Stadium 1 von Beginn der Schlafzeit im Vergleich zu den Wachzeiten nur selten auf und zeigt keine Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit. Der Anteil von Stadium 1 an der Schlafzeit wird im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber kleiner, wenn das Minimum der Körpertemperatur früher auftritt. Im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern nimmt er mit früherem Erscheinungszeitpunkt der Minima der Körpertemperatur zu. In den einzelnen Dritteln findet sich in den zeitgeberfreien Nächten ebenfalls mehr Stadium 1 in Nächten mit späterer Lage der Temperaturminima als in Nächten mit früherer Lage.

In den synchronisierten Vergleichsnächten nimmt der Anteil von Stadium 1 an der Schlafzeit mit früherem Erscheinungszeitpunkt der Tiefstwerte eher zu.

c) Schlafstadium 2

Stadium 2 mit dem im Vergleich zu anderen Schlafstadien größten Anteil am Gesamtschlaf nimmt in den synchronisierten Nächten zu, wenn das Minimum der Körpertemperatur spät auftritt. In den Nächten des Versuchsabschnittes ohne Zeitgeber ist sein prozentualer Anteil an der Schlafzeit etwas größer, wenn das Temperaturminimum vor der Mitte der Ruhezeit oder kurz nach Beginn der Schlafzeit erreicht wird.

Im ersten Drittel der Schlafzeit zeigt sich wieder ein entgegengesetztes Verhalten bei annähernd gleicher Lage des Minimums in der Schlafzeit unter Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber. Während der Anteil von Stadium 2 an der Schlafzeit in den Nächten ohne Zeitgeber am geringsten in Nächten mit frühem Minimum ist, ist er hier in den synchronisierten Vergleichsnächten am größten.

Im zweiten Drittel tritt Stadium 2 im Freilauf im Vergleich am wenigsten häufig auf, wenn die Temperaturminima vor der Mitte der Ruhezeit liegen. Noch weniger Stadium 2 wurde in der zweiten, synchronisierten Nacht in Andechs mit Temperaturminimum am Anfang der Schlafzeit erreicht. Der Anteil von Stadium 2 an der Schlafzeit ist in Nächten mit frühen Temperaturtiefstwerten am größten, aber nicht wesentlich höher als in Nächten mit späteren Tiefstwerten.

Im letzten Drittel nimmt Stadium 2 in den synchronisierten Nächten weniger Zeit in Anspruch, wenn das Minimum der Körpertemperatur früher erreicht wird. Im Freilauf ist es in Nächten mit Temperaturminima vor der Mitte der Ruhezeit am häufigsten, in Nächten mit Minima nach der Mitte der Ruhezeit am seltensten.

d) Slow-wave-Sleep

Der Anteil der Stadien 3 und 4 am Gesamtschlaf nimmt tendenziell zu, wenn die Körpertemperatur zu einem frühem Zeitpunkt der Schlafzeit ihren Tiefstwert hat. Dies zeigt sich besonders deutlich im ersten Drittel der Schlafzeit. Nur in der Vergleichsuntersuchung in München 1982 wurde auch bei frühem Auftreten des Temperaturminimums im Vergleich weniger Schlaf der Stadien 3 und 4 erreicht.

Im zweiten und letzten Drittel verbrachte der Proband in den Nächten ohne Zeitgeber unter allen Bedingungen annähernd gleich viel Zeit im Stadium 3 und 4. Das gleiche gilt für die Nächte mit Zeitgebern im letzten Drittel der Schlafzeit. Im mittleren Drittel tritt in der ersten Nacht mit spätem Temperaturminimum deutlich mehr Stadium 3 und 4 auf als in der zweiten Nacht mit frühem Minimum der Körpertemperatur.

e) REM-Schlaf und REM-Latenz

Auch der Anteil von REM-Schlaf am Gesamtschlaf ist in Nächten mit früheren Temperaturminima deutlich größer als in Nächten mit späteren Minima. Dies gilt auch für die einzelnen Drittel der Schlafzeit. Dagegen wird die REM-Latenz unter gleichen Bedingungen kleiner, das heißt, in Nächten, in denen die Körpertemperatur ansteigt, tritt die erste REM-Episode früher auf als in Nächten mit überwiegend abfallender Körpertemperatur.

Zusammenfassend ist der Anteil von Schlafstadien mit hoher Weckschwelle in Nächten mit überwiegend ansteigender Körpertemperatur größer als in Nächten mit überwiegend abfallender Temperatur.

Dagegen verbrachte die Versuchsperson mehr Zeit im Schlafstadium 1 mit geringer Weckschwelle und im Wachzustand in Nächten mit späteren Temperaturminima (vgl. Tabellen 27a und 27b).

Abb. 19 Häufigkeit ausgewählter Schlafstadien in der Nacht in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit.

Auf der Abszisse ist die relative Dauer der Schlafzeit in Prozentwerten angegeben (% SPT): 0% entsprechen dem Beginn, 100% dem Ende der Schlafzeit. Auf den Ordinaten ist jeweils die Häufigkeit der Stadien bzw. Latenz in Prozentwerten von der Schlafzeit (% SPT) aufgeführt.

SWS: Slow-Wave-Sleep (Stadien 3 und 4)

LAT.: 2-REM-Latenz (Latenz des Stadiums REM bezogen auf den Einschlafzeitpunkt)

Mit "S" gekennzeichnete Punkte stammen aus Versuchsabschnitten mit Zeitgebern in Andechs, mit "V₁" gekennzeichnete Punkte aus der Untersuchung mit Zeitgebern in München 1982. Punkte ohne Benennung entstammen dem zeitgeberlosen Versuchsabschnitt in Andechs.

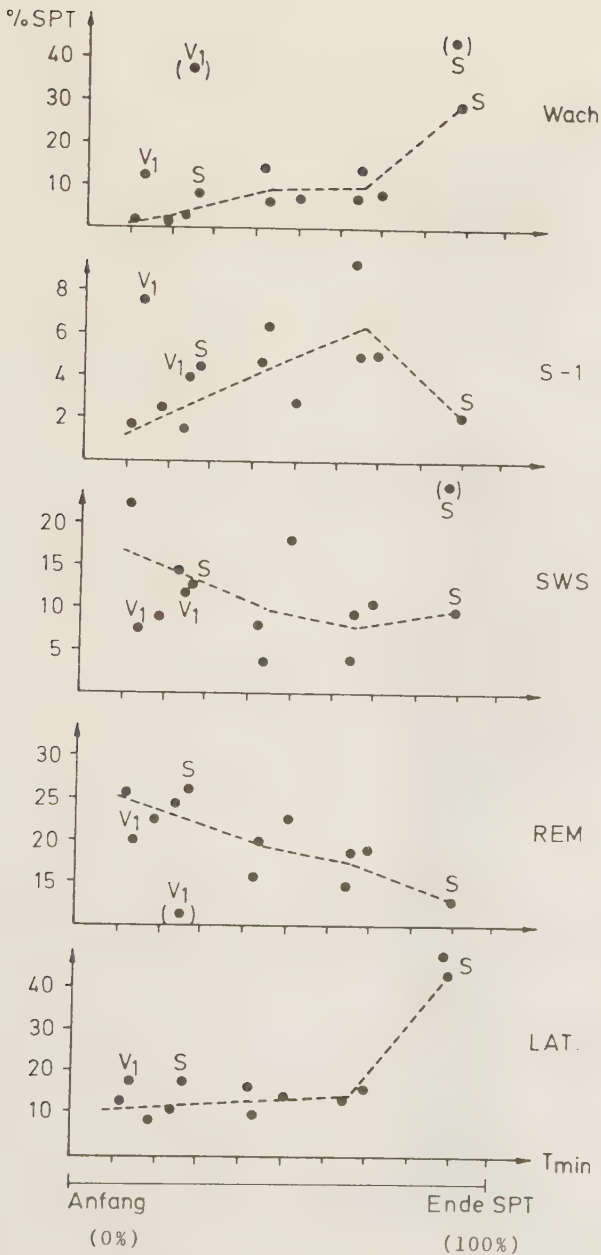


Abb. 19 Häufigkeit ausgewählter Schlafstadien in der Nacht in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit.

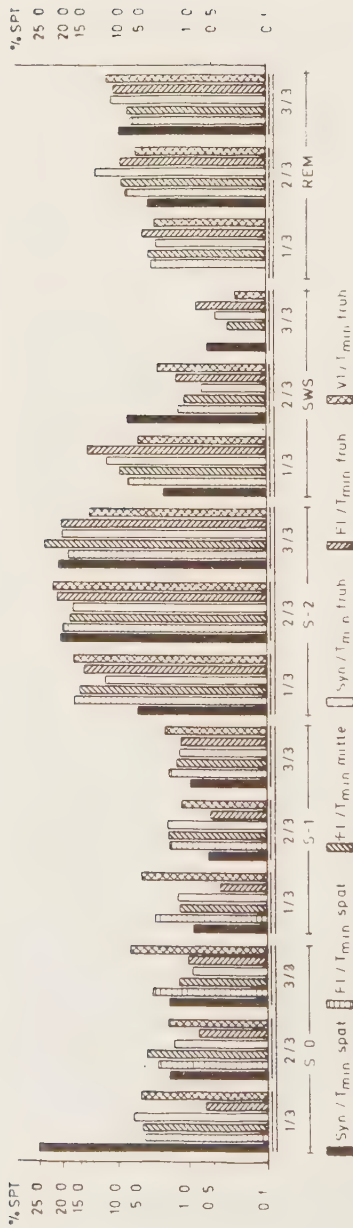


Abb. 20 Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafperiode in Abhängigkeit von der Lage des Temperaturminimums in der Schlafzeit.

Die Balken zeigen die Häufigkeit der Schlafstadien Wach (S-0), 1 (S-1), 2 (S-2), 3 und 4 (SWS) und REM in jedem Drittel der Schlafperiode bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Temperaturminima. Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber sind dabei gesondert dargestellt.

Syn./Tmin spät: Andechs/Synchronisation (1.Nacht), Temperaturmin. am Ende d. Schlafperiode;
 Fl./Tmin spät: Andechs/Freilauf (3., 4. u. 8. Nacht), Temperaturmin. gegen Ende d. Schlafperiode;
 Fl./Tmin Mitte: Andechs/Freilauf (9.-11. Nacht), Temperaturmin. vor der Mitte d. Schlafperiode;
 Syn./Tmin früh: Andechs/Synchronisation (2. Nacht), Temperaturmin. zu Beginn d. Schlafperiode;
 Fl./Tmin früh: Andechs/Freilauf (5.-7. Nacht), Temperaturmin. zu Beginn der Schlafperiode;
 Vl./Tmin früh: München 1982/Synchronisation, Temperaturmin. zu Beginn der Schlafperiode.
 Die Höhe des Balkens entspricht der Häufigkeit des jeweiligen Schlafstadiums in Prozentwerten von der Schlafperiode (% SPT). Um selten auftretende Stadien besser zur Darstellung zu bringen, wurde eine logarithmische Skalenteilung der Ordinate gewählt.

4.3.2 Cortisol-Konzentration und Schlaf

Da die Minima der Cortisol-Konzentration oft vor Beginn der Schlafperiode in Erscheinung treten, wurde ihre Abweichung von der Mitte der Ruhezeit festgestellt (vgl. 3.4.2.4). Dabei lassen sich die Bedingungen "Minimum vor Beginn der Schlafperiode" und "Minimum während der Schlafperiode" unterscheiden.

In den Nächten mit Zeitgebern (Andechs und München 1982) treten die Minima während der Schlafzeit auf. Die negative Abweichung von der Ruhezeitmitte beträgt -22.34° (Andechs) und -57.83° (München 1982).

In der dritten, vierten und neunten zeitgeberfreien Nacht fallen die Minima ebenfalls in die Schlafzeit mit einer negativen Abweichung von der Mitte der Ruhezeit zwischen -35.23° und -44.46° .

Die Cortisol-Minima der anderen sechs Versuchstage im Freilauf liegen jeweils vor Beginn der Schlafperiode und ihre Abweichung ist dementsprechend größer. Hier wurden die fünfte, sechste und zehnte Nacht mit Abweichungen bis zu -90° und die siebente, achte und elfte Nacht mit Abweichungen über -90° zu Untergruppen zusammengefaßt (vgl. Tabelle 28).

Die Cortisol-Konzentration im Verlauf der Nacht zeigt einen relativ steilen Anstieg, wenn die Minima während der Schlafzeit auftreten, und einen langsamen Anstieg, wenn sie vor Beginn der Schlafperiode in Erscheinung treten.

Der Vergleich der allgemeinen Schlafvariablen in Nächten mit verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Cortisol-Minima ließ folgende Charakteristika erkennen:

- 1) Wenn das Cortisol-Minimum von der Mitte der Ruhezeit im Vergleich wenig abweicht (-35.23° /3.Nacht bis -44.46° /9.Nacht) und innerhalb der Schlafperiode auftritt, dauert die Ruhezeit in Nächten ohne Zeitgeber durch-

durchschnittlich 615.17 ± 6.79 Minuten, ist also auffallend lang bei geringer Streubreite.

Mit zunehmender negativer Abweichung des Minimums von der Ruhezeitmitte und zeitlichem Auftreten vor Beginn der Schlafperiode wird die Ruhezeit kürzer:

Cmin $-64.11^0/5.$ Nacht bis $-89.97^0/6.$ Nacht

mittlere TIB-Dauer: 560.5 ± 95.58 Minuten.

Cmin $-104.79^0/11.$ Nacht bis $-129^0/8.$ Nacht

mittlere TIB-Dauer: 534.33 ± 37.24 Minuten.

Die gleiche Aussage ergibt sich beim Vergleich der beiden synchronisierten Nächte:

Cmin $-22.34^0/2.$ Nacht Andechs

TIB-Dauer: 492.5 Minuten.

Cmin $-57.83^0/2.$ Nacht München 1982

TIB-Dauer: 388.0 Minuten.

- 2) Auch die Schlafzeit (SPT) und die echte Schlafzeit (TST) sind länger, wenn das Cortisol-Minimum während der Schlafperiode auftritt. Die Mittelwerte der Untergruppen der zeitgeberfreien Nächte mit Minima vor Beginn der Schlafzeit sind dabei nahezu identisch (vgl. Tabelle 29).

Die mittlere Schlafeffizienz der Nächte mit späten Cortisol-Minima ist mit Werten von 0.86 (Andechs/Synchronisation) und 0.84 ± 0.04 (Freilauf) etwas besser als die Schlafeffizienz der Nächte mit frühen Minima ($0.51/\text{München } 1982$; $0.79 \pm 0.1/5., 6. \text{ und } 10.$ Nacht, $0.82 \pm 0.08/7., 8. \text{ und } 11.$ Nacht).

- 3) Die S-1-Latenz nimmt mit früherem Auftreten des Cortisol-Minimums zu; die S-2-Latenz läßt keine eindeutige Abhängigkeit erkennen.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der allge-

meinen Schlafvariablen in Abhängigkeit von der Abweichung des Cortisol-Minimums von der Mitte der Ruhezeit sind in Tabelle 29 aufgeführt.

Die Analyse der einzelnen Schlafstadien in diesem Zusammenhang ergibt, daß der Anteil von Stadium "Wach" innerhalb der Schlafzeit in Nächten mit späten Cortisol-Minima andeutungsweise größer ist. Auch Stadium 1 tritt in diesen Nächten während der Schlafperiode häufiger auf als in den Vergleichsnächten mit frühen Minima. Die Stadien 3 und 4 verhalten sich entgegengesetzt.

Stadium 2 und REM zeigen keine Abhängigkeit von der Cortisol-Konzentration, aber die REM-Latenz bezogen auf den Einschlafzeitpunkt (2-REM-Latenz) wird mit späterem Erscheinungszeitpunkt der Cortisol-Minima kürzer.

Alle diesbezüglichen Vergleichswerte sind in Tabelle 30 zusammengestellt.

Wenn das Minimum der Cortisol-Konzentration während der Schlafzeit auftritt, ist der Anteil von Wachzuständen im ersten Drittel der Schlafperiode größer als in den Vergleichsnächten mit frühen Minima. Im zweiten und letzten Drittel nimmt er unter der gleichen Bedingung ab.

Stadium 1 nimmt in allen Dritteln der Nächte mit späten Minima mehr Zeit in Anspruch als in Nächten mit Minima vor dem Einschlafzeitpunkt. Dies gilt auch für den Anteil von Stadium 2 im ersten Drittel der Schlafzeit beim Vergleich der Nächte ohne Zeitgeber. Im letzten Drittel nimmt er dagegen mit früherem Erscheinungszeitpunkt des Cortisol-Minimums zu. Diese Tendenz zeigen auch die Stadien 3, 4 und REM im ersten Drittel, Stadium REM andeutungsweise auch im zweiten und dritten Drittel (vgl. Tabelle 30b).

In Abbildung 21 sind diese Ergebnisse graphisch dargestellt.

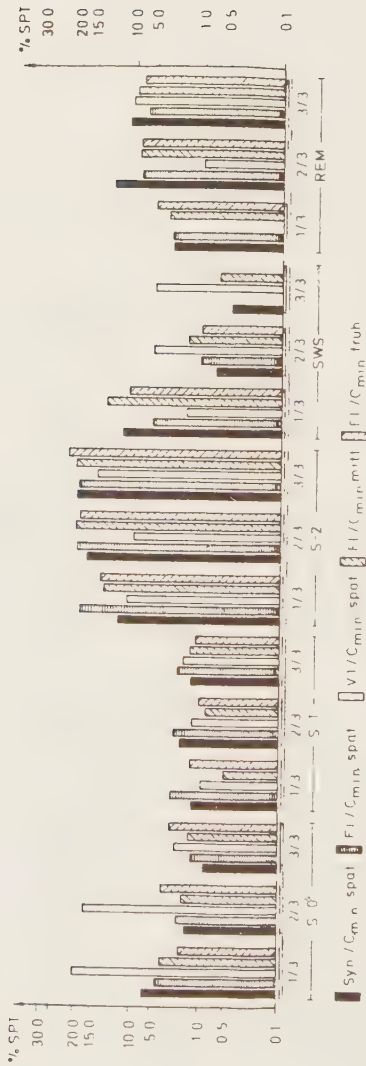


Abb. 21 Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafperiode in Abhängigkeit von der Abweichung des Cortisol-Minimums von der Mitte der Ruhezeit.

Von links nach rechts ist die Häufigkeit der Schlafstadien Wach (S-0), 1 (S-1), 2 (S-2), 3 und 4 (SWS) und REM in jedem Drittel der Schlafperiode bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten des Cortisol-Minimums in Bezug auf die Ruhezeitmitte dargestellt. Die Höhe der Balken entspricht der Häufigkeit der betreffenden Stadien in Prozentwerten von der Schlafzeit (% SPT). Auch hier wurde eine logarithmische Skalenteilung der Ordinate gewählt. Es werden folgende Bedingungen unterschieden (vgl. Tab. 30b):

Syn./Cmin spät: Andechs/Synchronisation (2. Nacht), Cortisol-Minimum innerhalb d. Schlafperiode
 Fl./Cmin spat: Andechs/Freilauf (3., 4. u. 9. Nacht), Cortisol-Minimum innerhalb d. Schlafperiode
 Vl./Cmin spat: München 1982/Synchronisation, Cortisol-Minimum zu Beginn d. Schlafperiode
 Fl./Cmin mitt.: Andechs/Freilauf (5., 6. u. 10. Nacht), Cortisol-Minimum vor Beginn d. Schlafperiode
 Fl./Cmin früh: Andechs/Freilauf 7., 8., 11. Nacht), Cortisol-Minimum lange vor Beginn d. Schlafperiode.

4.4 Testergebnisse

4.4.1 Leistungstests

Die einzelnen Testergebnisse jedes Versuchstages und die Tagesmittelwerte sind in Tabelle 31a zusammengestellt, die durchschnittlichen Ergebnisse in jeder Stunde der Aktivitätszeit bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber in Tabelle 31b.

Aus synchronisierten Versuchsabschnitten sind nur relativ wenig Testergebnisse vorhanden. Am zweiten Tag der Untersuchung fällt auf, daß die Testzeiten insbesondere des logischen Entscheidungstests ohne Ausnahme sehr lang sind und so mit den entsprechenden Testzeiten der folgenden Versuchstage (ohne Zeitgeber) nur bedingt verglichen werden können. Die besten Tagesleistungen lagen hier in der zweiten Tageshälfte, die schlechtesten in der ersten. Im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber fällt das im Durchschnitt schlechteste Testergebnis des Durchstreich-Tests ebenfalls in die erste Hälfte der Aktivitätsperiode (5.Stunde). Gute Testzeiten wurden dagegen in der 6. und 8. Stunde und der mittlere Tagesbestwert in der 15. Stunde gegen Ende der Wachzeit festgestellt.

Im logischen Entscheidungstest sind die benötigten Testzeiten wie im Durchstreichtest in der 5.Stunde im Vergleich zu anderen Stunden lang, der mittlere Tagestiefstwert fällt jedoch in die 11. Stunde der Aktivitätszeit. Beste Ergebnisse liegen hier in der 7. und 9. Stunde.

Abbildung 22 gibt diese Ergebnisse graphisch wieder. Die resultierenden Kurven für beide Tests stimmen nicht in allen Abschnitten überein, tendenziell zeigen sich aber eindeutige Zeitpunkte mit guten und schlechten Testergebnissen.

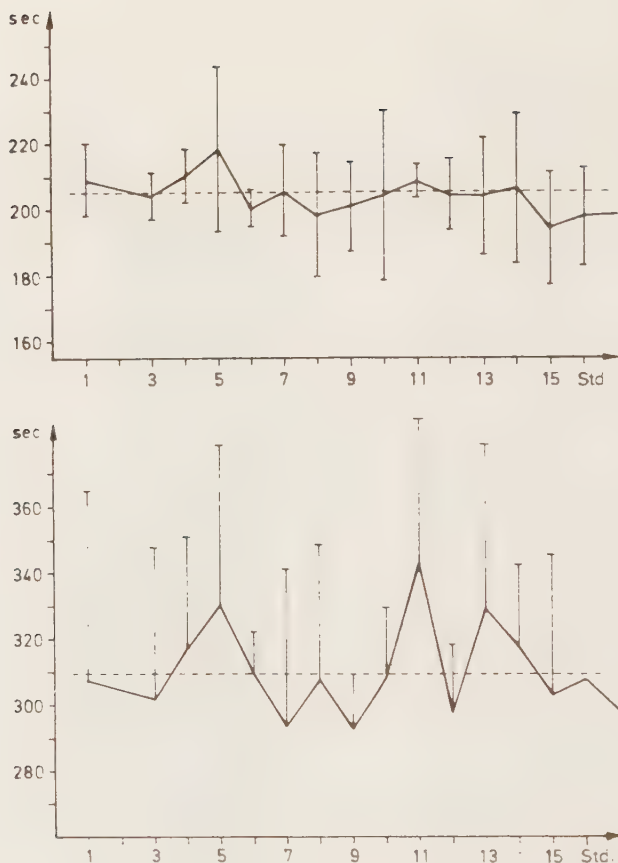


Abb. 22 Durchschnittliche Ergebnisse der Leistungstests in jeder Stunde der Aktivitätszeit (Andechs/Freilauf).

oben: Mittlere Testzeiten in Sekunden, die für den Durchstreichtest in jeder Stunde der Aktivitätsperiode im freilaufenden Versuchsabschnitt benötigt wurden. Mittelwerte mit Standardabweichung.

unten: Mittlere Testzeiten in Sekunden, die für den logischen Entscheidungstest in jeder Stunde der Aktivitätsperiode im freilaufenden Versuchsabschnitt benötigt wurden.

Mittelwerte mit Standardabweichung. Diese ist hier nur in einer Richtung dargestellt, weil die Streuung der Einzelwerte z.T. sehr groß ist.

Abszisse: Dauer der selbstbestimmten Aktivitätsperiode der Versuchsperson in Stunden (Std.).

Ordinate: Dauer der Testzeiten in Sekunden.

Betrachtet man die besten und die durchschnittlichen Testergebnisse jedes Versuchstages und die Schlafeffizienz der vorausgehenden Nacht, so zeigt sich ein Zusammenhang. Alle Testergebnisse sind am 8. Versuchstag am besten, dem eine Nacht mit einer Schlafeffizienz von 90% vorausging. Nach der darauffolgenden Nacht mit einer Schlafeffizienz von nur 74% sind die entsprechenden Ergebnisse ausnahmslos schlechter. Andeutungsweise gilt diese Aussage auch für die schlechtesten Testergebnisse an jedem Versuchstag im Durchstreichtest, nicht aber für die schlechtesten Testergebnisse im logischen Entscheidungstest (vgl. Tabelle 31c und Abbildung 23).

Ein weiterer Zusammenhang besteht offensichtlich zwischen den Erscheinungszeitpunkten der Tagesbestwerte im logischen Entscheidungstest und der Maxima der Körpertemperatur.

Abbildung 24 zeigt, daß an Tagen, an denen der Tageshöchstwert der Rektaltemperatur später auftritt, auch das beste Testergebnis in einen späteren Abschnitt der Aktivitätsperiode fällt. Für die besten Tagesergebnisse im Durchstreichtest trifft diese Aussage nicht zu.

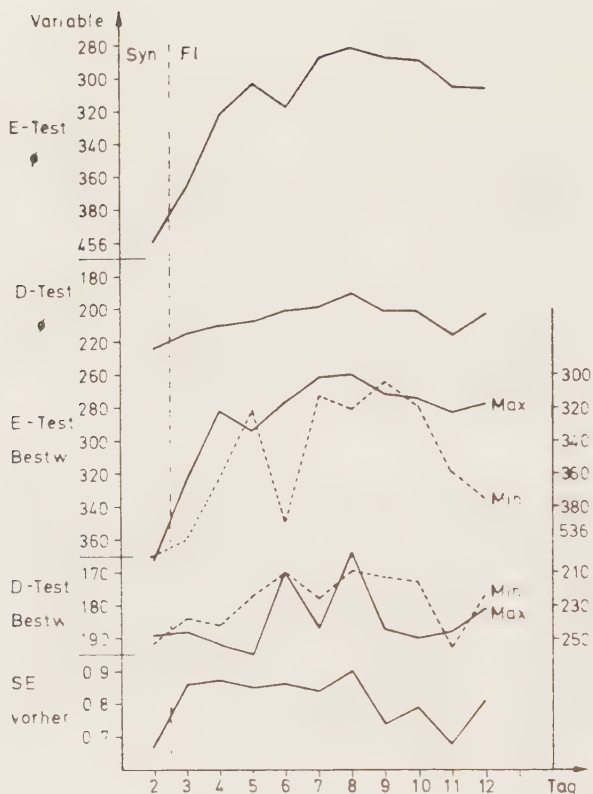


Abb. 23 Ergebnisse der Leistungstests an den einzelnen Versuchstagen und Schlafeffizienz der vorherigen Nacht.

Auf der Abszisse sind die Versuchstage in chronologischer Reihenfolge aufgetragen. Die senkrechte, gestrichelte Linie trennt Versuchstage mit Zeitgebern (Syn.) von Versuchstagen ohne Zeitgeber (Fl.).

Die ununterbrochenen Kurven geben von oben nach unten die durchschnittlichen Testzeiten in Sekunden wieder, die für den logischen Entscheidungstest an jedem Versuchstag benötigt wurden (E-Test Ø), die durchschnittlichen Testzeiten, die für den Durchstreichetest an jedem Versuchstag benötigt wurden (D-Test Ø), die Tagesbestergebnisse des logischen Entscheidungstests (E-Test Bestw.) und des Durchstreichetests (D-Test Bestw.) und die unterste Kurve die Schlafeffizienz der dem jeweiligen Tag vorausgegangenen Nacht (SE vorher). Die gestrichelten Kurven zeigen die schlechtesten Testergebnisse jedes Versuchstages (Min.=Minima). Zu diesen Kurven gehören die Skalenteilungen der rechten Ordinate (Sekunden).

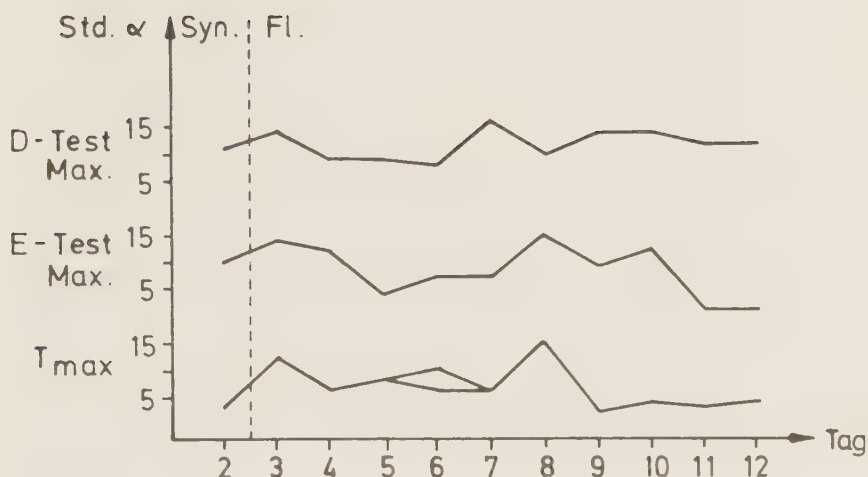


Abb. 24 Tagesbestleistungen in Abhängigkeit vom Erscheinungszeitpunkt der Temperaturmaxima.

Auf der Abszisse sind die Versuchstage chronologisch aufgeführt, auf der Ordinate die relative Dauer der selbstbestimmten Aktivitätszeit des Probanden in Stunden (Std. α).

Die Kurven zeigen übereinander die Erscheinungszeitpunkte der Temperaturmaxima ($T_{\max}$), der besten Testergebnisse im logischen Entscheidungstest (E-Test Max.) und im Durchstreichtest (D-Test Max.) an jedem Versuchstag.

Auffällig ist der ähnliche Verlauf der unteren beiden Kurven: Wenn das Temperaturmaximum zu einem späteren Zeitpunkt der Aktivitätszeit in Erscheinung tritt, fällt auch das beste Testergebnis des Tages im logischen Entscheidungstest in eine spätere Stunde der Aktivitätsperiode.

4.4.2 Psychologische Tests

- Stimmungsvariable Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität

Am zweiten, noch synchronisierten Versuchstag ist die Müdigkeit mit einem Tagesmittelwert von 29.6 Punkten groß. Der beste an diesem Tag erreichte Wert (41 Punkte) fällt in die 11. Stunde der Wachzeit, die beiden schlechtesten (24 und 23 Punkte) in die erste und letzte Stunde der Aktivitätsperiode. Gleichzeitig wird die Zufriedenheit am Morgen mit einem Punktwert von 45 als mittelgradig angegeben, der beste Tageswert (16 Punkte) fällt auch hier in die 11. Stunde der Aktivitätszeit. Insgesamt ergibt sich ein Tagesmittelwert von 26.4 Punkten. Dies ist der schlechteste Tages-Durchschnittswert der gesamten Untersuchung.

Die mittlere Konzentrationsfähigkeit an diesem Tag unterscheidet sich kaum von der der folgenden Tage. Der beste Wert von 27 Punkten liegt ebenfalls in der 11. Stunde, der schlechteste mit 53 Punkten in der 6. Stunde der Wachzeit. Zu diesem Zeitpunkt ist auch die Nervosität besonders groß (41 Punkte), während sie in der 11. und 15. Stunde mit Punktwerten von 84 und 86 ganz gering eingeschätzt wird.

Bereits am 3. Versuchstag (ohne Zeitgeber) nimmt die durchschnittliche Müdigkeit ab, die Zufriedenheit bei nahezu gleicher Konzentrationsfähigkeit zu und die Nervosität sinkt. Die gleichen Tendenzen zeigen die Variablen am 4. Versuchstag. Am fünften Tag der Untersuchung wird die Müdigkeit bei leicht verminderter Zufriedenheit und Konzentrationsfähigkeit wieder stärker empfunden, während sie vom 6. bis 10. Versuchstag weiter abnimmt.

Der Tagesmittelwert des zehnten Tages berechnet sich auf 72.6 Punkte bei einem sehr hohen Grad von Zufriedenheit (15.7 Punkte), sehr geringer Nervosität (87.1

Punkte) und guter Konzentrationsfähigkeit (34.3 Punkte). Am 11. und 12. Tag ist die Müdigkeit wieder etwas stärker ausgeprägt (67.6 und 57.5 Punkte). Dabei nimmt die Nervosität leicht zu, die Konzentrationsfähigkeit ebenfalls und die Zufriedenheit erreicht den besten Tagesmittelwert von 13.6 Punkten am 12. Tag mit dem Ende des Isolationsabschnittes.

Die Punktwerte jedes Einzeltests und die Tagesmittelwerte sind in den Tabellen 32a-d zusammengestellt und in Abbildung 25 graphisch dargestellt.

Interessant ist die Entwicklung der Tagesmittelwerte in Abhängigkeit von der Schlaffeffizienz der jeweils vorausgehenden Nacht. Im allgemeinen nimmt die Müdigkeit ab, wenn die Schlaffeffizienz besser war und umgekehrt. Die Stimmungsvariablen Zufriedenheit und Konzentrationsfähigkeit zeigen die gleiche Abhängigkeit, der Grad der Nervosität ist in Anbetracht der fast identischen Tagesmittelwerte des 3. bis 12. Versuchstages (84.3 - 87.3) nur schlecht zu beurteilen. Ein Zusammenhang mit anderen physiologischen Variablen war nicht nachweisbar.

Die Untersuchung der Einzelvariablen im Verlauf der Wachzeit führte zu folgenden Ergebnissen:

Die Müdigkeit war im Freilauf in der 3. Stunde der Aktivitätszeit mit einem Mittelwert von 82.5 ± 6.4 Punkten und in der 6. Stunde mit einem Mittelwert von 79 ± 5.8 Punkten am geringsten ausgeprägt. In der 8. bis 15. Stunde der Aktivitätsperiodik ergeben sich Mittelwerte zwischen 51.7 (13. Stunde) und 59 Punkten (11. Stunde) bei größerer Streuung der Einzelwerte. Die schlechtesten Stunden-Mittelwerte errechnen sich für die letzten beiden Stunden der Wachzeit.

Die Zufriedenheit ist ebenfalls in der 5. und 6. Stunde der Aktivitätszeit mit Mittelwerten von 14.8 ± 2.3 und 14 ± 1.4 Punkten am größten, die tiefsten Werte fallen mit 27 Punkten in die 17. (letzte) und mit 20.5 in die 16. Stunde der Wachperiode.

Die Konzentrationsfähigkeit ist am höchsten in der 1. Stunde (32 ± 5.1 Punkte) und bleibt im Durchschnitt von der 3. bis 10. Stunde mit Werten von 34 bis 36.7 ziemlich konstant. Für diese Zeit ergibt sich insgesamt ein Mittelwert von 34.7 Punkten. In der 11. und 14. bis 17. Stunde der Wachzeit wird die Konzentrationsfähigkeit etwas geringer eingeschätzt. Die Mittelwerte liegen hier zwischen 40.3 ± 6 Punkten (14. Stunde) und 46 Punkten (17. Stunde). In der 12. und 13. Stunde entsprechen die Werte mit 34 ± 4 Punkten (13. Stunde) und 36.4 ± 5.2 Punkten (12. Stunde) den Mittelwerten der ersten Tageshälfte. Für die 11. bis 17. Stunde ergibt sich ein Mittelwert von 40.2 Punkten.

Die Beurteilung der Nervosität ergibt keine wesentlichen Tagesschwankungen. Alle Stunden-Mittelwerte betragen zwischen 85.7 ± 0.6 und 87.3 ± 1 Punkten bei einer sehr geringen Streuung von maximal 1.7 Punkten. Die kleinen Schwankungen dieser Variablen sind eher zufällig als beabsichtigt (vgl. Abbildung 26: Hier stellt sich der Tagesgang der Nervosität fast als Gerade dar).

Die gemittelten Werte aller Stimmungsvariablen im Freilauf sind mit wenigen Ausnahmen besser als die Vergleichswerte aus synchronisierten Versuchsabschnitten (vgl. Tabelle 32e). Ein Zusammenhang mit anderen physiologischen Untersuchungsgrößen ließ sich nicht feststellen.

Abbildung 26 macht die Veränderungen der psychologischen Variablen im Tagesablauf bei Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber deutlich.

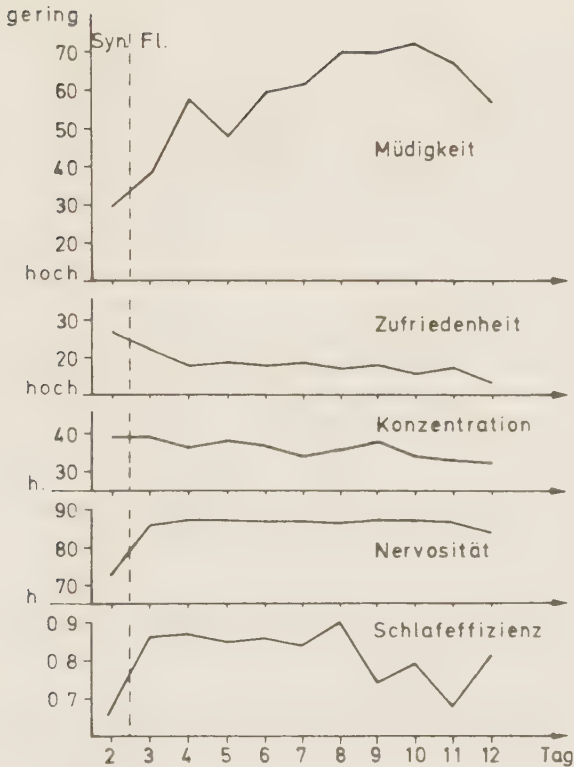


Abb. 25 Stimmungsvariable Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität sowie Schlafeffizienz der jeweils vorausgegangenen Nacht - Veränderungen im Verlauf der Untersuchung.

Auf der Abszisse sind die Versuchstage in chronologischer Reihenfolge aufgeführt. Die senkrechte, gestrichelte Linie trennt Versuchstage mit Zeitgebern (Syn.) von Versuchstagen ohne Zeitgeber (Fl.).

Die Kurven geben von oben nach unten die Tagesmittelwerte der Stimmungsvariablen Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit (Konzentration) und Nervosität wieder, zuletzt die Schlafeffizienz der jeweils vorausgegangenen Nacht. Auf der Ordinate ist die Punktbewertung und ihre Bedeutung (gering - hoch (h.)) für die Stimmungsvariablen angegeben.

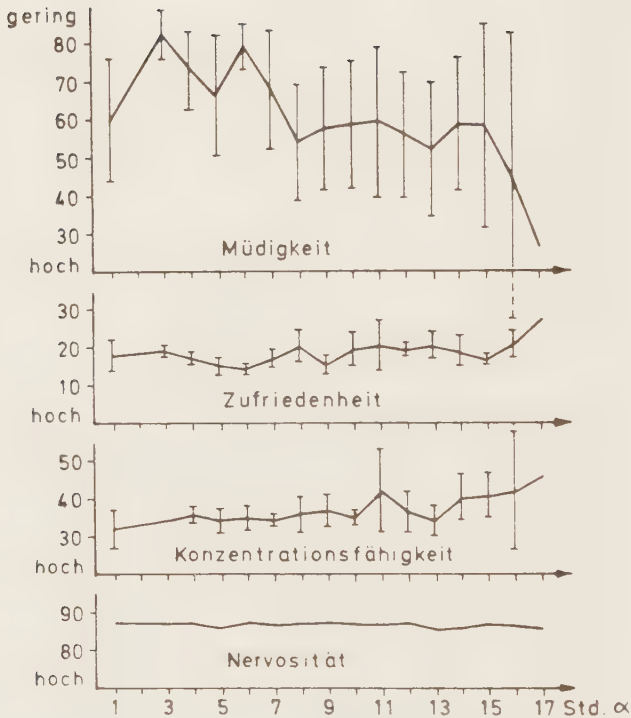


Abb. 26 Stimmungsvariable Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität - Veränderungen im Verlauf der Aktivitätszeit (Andechs/Freilauf).

Auf der Abszisse ist die Dauer der vom Probanden selbstbestimmten Aktivitätszeit in Stunden (Std. α) aufgetragen, auf der Ordinate die Punktbewertung der einzelnen Stimmungsvariablen und ihre Bedeutung (gering - hoch). Die Kurven zeigen von oben nach unten die durchschnittlichen Veränderungen der Stimmungsvariablen Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität im Verlauf der Aktivitätsperiode mit Standardabweichungen. Bei der Variablen "Nervosität" wurde auf die Darstellung der Standardabweichung verzichtet, weil sie extrem klein ist.

- Stimmungsfragebogen morgens und abends (Bf-S)

Am Morgen des zweiten, synchronisierten Versuchstages deutet die hohe Punktsumme von 30 auf eine traurige Stimmungslage hin. Die Testergebnisse am Abend vorher (25) und am Abend des gleichen Tages (22) sind besser, liegen aber noch im Grenzbereich des Cut-off-Scores für Depression, den Wahlländer mit 22 Punkten angab (120).

Im freilaufenden Versuchsabschnitt verbessern sich die morgendlichen Testergebnisse von 16 Punkten am dritten Versuchstag auf 7 Punkte am siebenten Versuchstag. Nach einer leichten Stimmungsverschlechterung am achten (10 Punkte), neunten (9 Punkte) und zehnten Versuchstag (14 Punkte) werden an den letzten beiden Versuchstagen wieder je 7 Punkte als Ausdruck einer sehr guten Stimmungslage erreicht (vgl. Tabelle 33a und Abbildung 27).

Insgesamt ergibt sich eine durchschnittliche Punktsumme von 10.1 ± 3.14 am Morgen der zeitgeberfreien Versuchstage. Die Testergebnisse am Abend liegen zwischen 23 und 17 Punkten mit einem Mittelwert von 19.4 ± 1.88 . Sie sind ausnahmslos schlechter als am Morgen. Hier gehen die Werte von 23 am Abend des dritten Versuchstages über 19 am fünften, sechsten und achten Abend auf 17 am neunten und elften Abend zurück. Am Abend des zwölften Tages nach Ende des zeitgeberlosen Versuchsabschnitts wird der beste Punktwert von 13 erreicht.

Die mittleren Tagesergebnisse verbessern sich von 26 Punkten (zweiter Versuchstag) auf 10 Punkte am letzten Versuchstag.

Eine Abhängigkeit der Testergebnisse morgens und abends bzw. der Tagesmittelwerte von der Schlafeffizienz der vorausgegangenen Nacht ist nicht erkennbar.

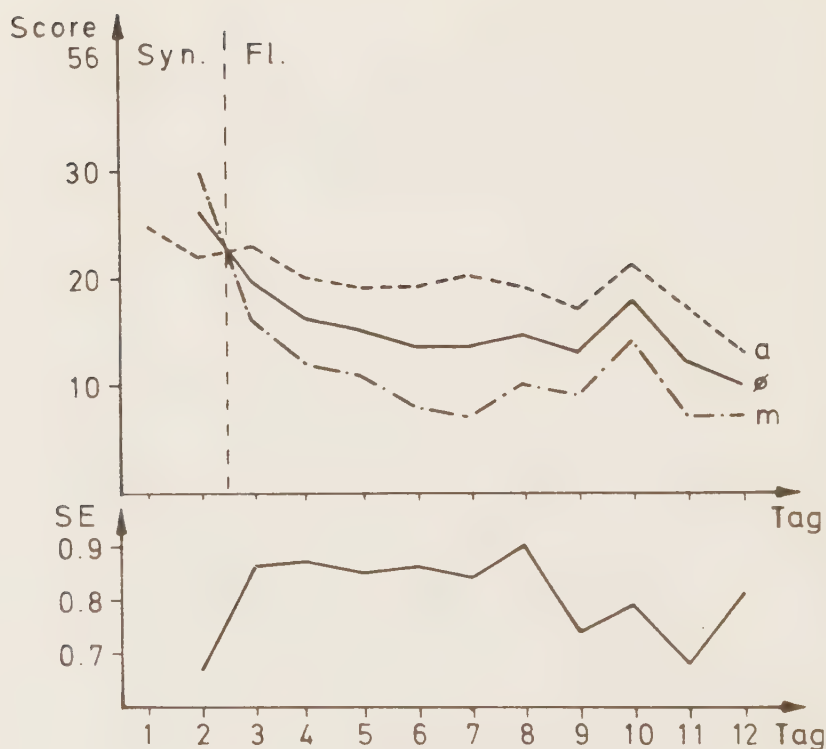


Abb. 27 Stimmung morgens, abends und Tagesmittelwert (Bf-S) ; Schlaffeffizienz der jeweils vorausgegangenen Nacht - Veränderungen im Verlauf der Untersuchung.

Auf der Abszisse sind die Versuchstage in chronologischer Reihenfolge aufgetragen. Die senkrechte gestrichelte Linie trennt Versuchstage mit Zeitgebern (Syn.) von Versuchstagen ohne Zeitgeber (Fl.).

Die Kurven geben die Ergebnisse des Befindlichkeitsfragebogens (Bf-S nach v.Zerßen) am Morgen (m) und Abend (a) jedes Versuchstages und die jeweiligen Tagesmittelwerte (Ø) wieder. Ein niedriger Testscore entspricht einer guten, ein hoher Testscore einer schlechten Stimmungslage.

Die unterste Kurve zeigt die Schlaffeffizienz (SE) der jeweils vorausgegangenen Nacht.

Die Analyse der zu insgesamt neun Gruppen zusammengefaßten Einzelvariablen führt zu folgenden Ergebnissen:

a) Grundstimmung

Am Abend des ersten Versuchstages und am Morgen des zweiten ist die Grundstimmung mit einem Punktwert von 1 indifferent. Sie verbessert sich bis zum Morgen des sechsten Tages (0.25 Punkte) und wird dann wieder etwas schlechter (1 Punkt am Abend des siebenten Versuchstages). Am achten, neunten, elften und zwölften Tag der Untersuchung ist sie bei mittleren Punktwerten von 0.5 als gut zu bezeichnen.

b) Innere Ruhe und Schuldgefühle

Diese Stimmungsvariablen zeigen keine wesentlichen Veränderungen im Verlauf der Untersuchung. Der Proband fühlt sich immer ruhig und akzeptiert sein Verhalten (vgl. Nervosität, Abschn. 4.4.2).

c) Die Entschlußfreudigkeit

nimmt tendenziell im Verlauf der Untersuchung zu. Schlechteste Punktwerte von 1.33 treten am Morgen des zweiten Versuchstages auf, die besten an den Abenden des siebenten bis neunten, elften und zwölften Tages (0 Punkte).

d) Geborgenheit und körperliches Wohlbefinden (Vegetativum)

Wie in Abbildung 28 erkennbar, verändern sich diese Stimmungsvariablen gleichartig. Indifferente Gefühle (1 Punkt) werden am Abend des vierten und zehnten Versuchstages angegeben. Wohlbefinden (0 Punkte) am Morgen des dritten und vierten Tages und am sechsten, siebenten, neunten, elften und zwölften Tag der Studie.

e) Das Selbstwertgefühl

ist vom ersten bis zehnten Tag gleichbleibend neutral (1 Punkt). Am Morgen des elften Tages wurde Item 11 (vollwertig - minderwertig) einmalig im Versuchsteil ohne Zeitgeber positiv beantwortet, am letzten Abend ebenfalls; hier zusätzlich Item 4 (erfolgreich -

erfolglos), so daß sich an diesem Versuchstag der beste Testwert für das Selbstwertgefühl ergibt.

f) Elan

Hier fällt auf, daß im Freilauf alle Morgenwerte besser als die entsprechenden Abendwerte sind. Vom Beginn der Untersuchung bis zu ihrem Ende zeigt diese Variable eine Tendenz zur Verbesserung, die am Morgen des zehnten Versuchstages durch einen vorübergehenden Schwung-Verlust unterbrochen ist (vgl. Grundstimmung, Entschlußfreudigkeit, Geborgenheit, körperliches Wohlbefinden).

g) Geselligkeit

Das Kontakt-Bedürfnis ist abends und zu Beginn der Untersuchung geringer als morgens und gegen Ende des Isolationsexperimentes. Besonders kontaktfreudig (0 Punkte) schätzt sich der Proband am Morgen des sechsten, siebten und zwölften Versuchstages ein.

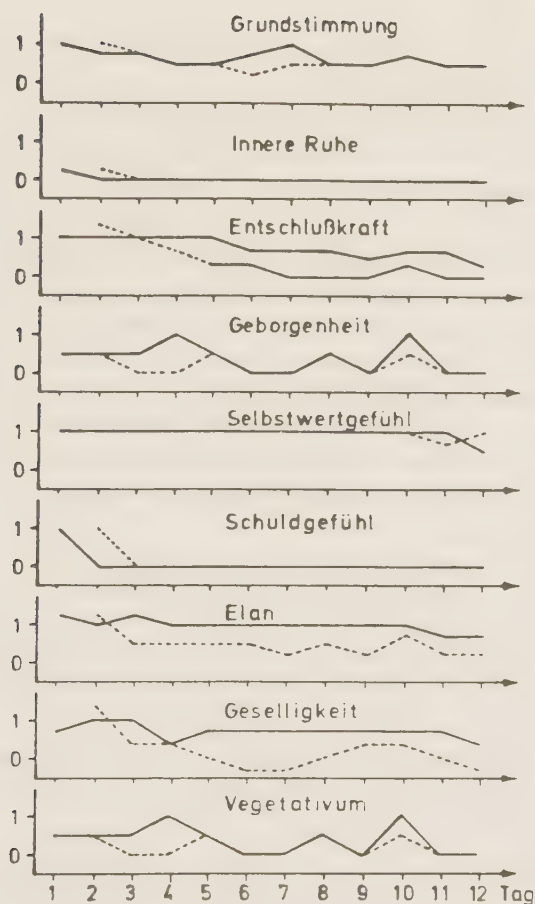


Abb. 28 Differenzen einzelner Stimmungsvariabler morgens und abends an jedem Versuchstag (Bf-S).

Auf der Abszisse sind die Versuchstage in chronologischer Reihenfolge aufgeführt, auf der Ordinate die Punktbewertung der einzelnen Stimmungsvariablen. Dabei ist 0 ohne Ausnahme der beste zu erreichende Punktwert.

Die ununterbrochenen Kurven geben die Morgenergebnisse, die gestrichelten die Abendergebnisse der einzelnen Variablen an jedem Versuchstag wieder.

- Morgenfragebogen

Die Auswertung der Fragen I und II zu Träumen führte zu den folgenden Ergebnissen:

An neun Tagen fehlt die Erinnerung an Träume vor dem Aufwachen. Einmal gibt der Proband an, zu diesem Zeitpunkt nicht geträumt zu haben (5.Versuchstag) und einmal erwähnt er einen "unrealistischen Traum im Zusammenhang mit seiner Arbeit", ohne ausführlich darauf einzugehen (11. Versuchstag). Die Frage nach Träumen im Verlauf der Nacht wurde viermal positiv beantwortet, einmal fehlt jedoch die Erinnerung an den Trauminhalt (9.Nacht). Im ersten erinnerlichen Traum in der vierten Nacht wurde die Versuchsperson an ihrer Arbeitsstätte beschuldigt, beim Parken andere Fahrzeuge beschädigt zu haben. Die Lackschäden an seinem Wagen hatte aber die Ehefrau zu Hause verursacht und ihn traf keinerlei Schuld. Ein Traum in der 11. Nacht mit erotischem Inhalt bewegte den Probanden nachhaltig. Interessant ist hier die Schilderung von Farben. Zwei Träume in der darauffolgenden Nacht beschäftigten sich mit jungen Vögeln, die er aufziehen möchte, und einem Kollegen, dem er bei der Arbeitssuche behilflich ist.

Mit den folgenden sieben Fragen wird die Schlafqualität subjektiv beurteilt. Die einzelnen Antworten sind in Tabelle 34 zusammengestellt.

Die allgemeine Schlafqualität (Frage 1) beurteilte die Versuchsperson an allen Versuchstagen schlechter als seine übliche. Dabei wurde der Schlaf in der ersten Nacht mit einem Wert von 50% als "halb so gut wie unter normalen Umständen" eingeschätzt. Die Bewertung der folgenden Nächte ist besser, bleibt aber immer unter dem Wert von 100%, der der normalen Schlafqualität entspräche.

Die zweite, dritte und die achte Nacht war mit Werten von 70% schlechter als die anderen Nächte, die jeweils mit 80% der normalen Schlafqualität eingeschätzt wurden, und die beste Bewertung erhielt die 11.Nacht mit einem Wert von 90%.

Dagegen schätzte die Versuchsperson ihre Einschlafzeit ohne Ausnahme kürzer als üblich ein: etwa halb so lang wie sonst in der ersten und dritten Nacht (5 Punkte), etwas länger in der zweiten, achten und zehnten Nacht (6 Punkte) und in der vierten bis siebenten und in der neunten Nacht (7 Punkte), am längsten aber in der elften Nacht (8 Punkte).

Die Durchschlafgüte wurde wie die allgemeine Schlafqualität schlechter als üblicherweise eingestuft. Die besten Bewertungen betreffen die fünfte bis siebente, die zehnte und die elfte Nacht (je 11 Punkte), die zweite, achte und neunte Nacht wurde etwas schlechter beurteilt (je 12 Punkte). Die Durchschlafqualität der dritten und vierten Nacht ist noch schlechter (13.5 und 13 Punkte) und die der ersten Nacht nur halb so gut wie im Alltag (15 Punkte).

Die Anzahl der Awakenings beträgt zwischen 3 (neunte und zehnte Nacht) und 6 (dritte Nacht). In den synchronisierten Nächten erwachte der Proband fünfmal, in den restlichen Nächten je viermal.

Der Schlaf wurde in den meisten Nächten als "ziemlich ruhig" bezeichnet, in der ersten Nacht als "eher unruhig", in der achten Nacht als "weder ruhig noch unruhig" und in der dritten Nacht als "eher ruhig".

Die Versuchsperson erwachte an allen Tagen spontan. Als störend wurden von der Klimaanlage verursachte Geräusche empfunden, und zwar in der ersten Nacht als "sehr störend", in der achten und zehnten Nacht als "ziemlich störend" und in der vierten bis siebenten sowie in der neunten Nacht als "leicht störend". In der zweiten, dritten und elften Nacht fühlte sich der Proband nicht gestört.

Allgemein wurde die Schlafqualität mit Ausnahme der Einschlafzeit im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber besser beurteilt als im synchronisierten Versuchsabschnitt.

Die schlechteste Gesamtwertung erhielt die Eingewöhnungsnacht (52,5 Punkte), die beste die zehnte und die elfte Nacht (je 42 Punkte). Der Mittelwert für die ersten beiden Nächte mit Zeitgebern beträgt 48.3 ± 6 Punkte, der Mittelwert der neun zeitgeberlosen Nächte 43.7 ± 1.6 Punkte. In diesem Versuchsabschnitt ist die schlechteste Punktsumme 46 in der dritten und achten Nacht.

Über vegetative Störungen klagte die Versuchsperson selten. Am zweiten Versuchstag wurden die Symptome "allgemeines Schwächegefühl, Frieren und Hungergefühl" als "kaum spürbar" angegeben und die Müdigkeit als "merklich" eingestuft. An allen folgenden Tagen ist sie unterschiedslos "kaum spürbar". "Zittrig" fühlte sich der Proband in geringem Ausmaß am Morgen des dritten Versuchstages.

Der aktuelle Wachheitsgrad wurde am zweiten Versuchstag mit "müde", an allen anderen Tagen als "leicht müde" bezeichnet.

- Abendfragebogen

Körperlich arbeitete der Proband täglich zwischen 0,5 Stunden (am achten Versuchstag) und 3 Stunden (am zweiten Versuchstag), geistig 10 Stunden (am zweiten, dritten und neunten Versuchstag) bis 13 Stunden am siebenten Versuchstag.

Dabei beurteilte er den Grad der körperlichen Aktivität an neun Tagen als gering, am zweiten und zwölften Tag als mittelmäßig, am achten Tag als groß und war mit seinen Leistungen am ersten, vierten bis zehnten und am zwölften Tag ganz zufrieden. Am zweiten, dritten und elften Tag schätzte er sie weder zufriedenstellend noch unbefriedigend ein.

Sein Bedürfnis, neue Menschen kennenzulernen, bezeichnete er an allen Tagen mit Ausnahme des ersten Untersuchungstages als gering (1. Abend "mittelstark"). Kontakt mit ihm gefühlsmäßig nahestehenden Menschen hatte er nicht.

Die sonstigen Kontakte im Bunker bewertete er an den meisten Tagen als gering (am zweiten und vierten bis siebenten Tag), am dritten, achten und zehnten Tag als sehr gering, am ersten, neunten und elften Tag als weder groß noch gering und am letzten Tag als groß.

Den sexuellen Antrieb beschrieb die Versuchsperson am zweiten und neunten Tag als stark, am dritten bis fünften und am zehnten bis zwölften Tag als wenig ausgeprägt und am sechsten bis achten Tag als sehr gering. Sexuelle Höhepunkte wurden verneint, so daß die Beantwortung von Frage 9 und 10 entfällt.

Gefühlsmäßig stark belastende Erlebnisse und Ärger wurden am zweiten und siebenten Tag geäußert. An beiden Tagen hielt der Ärger bis zum Abend an. Als Grund wird der Brief eines Familienangehörigen genannt. Die Stimmung unterlag dabei großen Schwankungen.

Erfreuliche Erlebnisse gab der Proband dagegen am dritten bis fünften und am zwölften Versuchstag an. Gleichzeitig beurteilt er seine Stimmung am vierten und fünften Tag als ausgeglichen und am letzten Tag als leicht schwankend. Stimmungsveränderungen ließen sich in der Regel nicht auf belastende oder erfreuliche Erlebnisse zurückführen. Ein unmittelbarer Zusammenhang ist nur am siebenten Tag der Untersuchung erkennbar (vgl. Tabelle 35a).

Das Bedürfnis nach einer Ortsveränderung war am ersten Abend groß, an allen folgenden Tagen schwach. Insgesamt konnten bei diesem die Stimmung betreffenden Fragenkomplex 7 bis 37 Punkte erreicht werden (siehe Punktbewertung für den Abendfragebogen, Abschnitt 3.4.3). Demzufolge ist das Befinden am vierten und fünften Versuchstag bei einer Punktsumme von jeweils 12 Punkten als gut bis sehr gut zu bewerten, am dritten, sechsten, neunten und zehnten Tag als gut (je 15 Punkte), als gut bis zufriedenstellend am zwölften (16 Punkte), elften (17 Punkte), achten (18 Punkte) und ersten Tag (19 Punkte)

und als bedrückt. am zweiten (23 Punkte) und siebenten Tag (24 Punkte) der Studie.

Sein Durstgefühl beschrieb der Proband an den ersten zwei Untersuchungstagen als verstärkt, an den folgenden Tagen als normal. Er trank am zweiten bis siebenten und am zehnten bis zwölften Tag jeweils vier Tassen koffeinfreien Kaffee, am achten und neunten Tag jeweils zwei Tassen, zusätzlich am achten Tag zwei Tassen und am neunten bis zwölften Tag je vier Tassen Tee sowie täglich 1 - 2 Flaschen Bier (1 Flasche: 1.-4., 6. und 7. Tag; 2 Flaschen: 5. und 8.-12. Tag). Der Appetit war an allen Tagen weder besonders groß noch gering.

Die Fragen nach Zigarettenkonsum und Arzneimiteleinahme entfielen, da die Versuchsperson nicht rauchte und Medikamente während der Untersuchung nicht eingenommen werden durften.

Ruhe- bzw. Schlafzeiten am Tage wurden nicht angegeben.

Insgesamt fällt die Beantwortung aller 29 Fragen am vierten bis sechsten Tag der Untersuchung am besten aus (Punktsommen: 47, 48 und 51). Es folgen der neunte Tag mit 53 Punkten, der dritte und zwölfte Tag mit je 55 Punkten, der achte mit 57 Punkten, der zweite mit 58 Punkten, der zehnte und elfte mit je 59 Punkten und der siebente mit 61 Punkten (Score: 22 - 99 Punkte).

Die zusammenfassende Beurteilung des Tagesablaufs ergab, daß Ereignisse des Tages sich ausschließlich am siebenten Tag negativ auf die Stimmung auswirkten (s.o.). Auf die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit hatten sie entweder einen eher positiven oder keinen Einfluß.

Seine allgemeine Verfassung beurteilte der Proband am zweiten, dritten und siebenten Versuchstag als zufriedenstellend, an den übrigen Tagen als gut. Er arbeitete insgesamt eher wenig und empfand seine körperliche Aktivität als gering bis überhaupt nicht anstrengend und die geistige am fünften Tag leicht anstrengend, am dritten,

neunten, elften und zwölften Tag wenig anstrengend. An den restlichen Tagen markierte er hier die indifferente Antwort.

Emotional belastet fühlte er sich besonders am zweiten und siebenten Tag der Untersuchung (4 Punkte), auch am achten Tag (3.5 Punkte), keinerlei Belastung verspürte er ausschließlich am sechsten Versuchstag und eine geringe Belastung am vierten, fünften, neunten, elften und zwölften Tag. Den gesamten Tagesablauf bezeichnet er an allen Tagen außer dem siebenten als recht angenehm.

Während sich die allgemeine Befindlichkeit zu Beginn der Untersuchung von Tag zu Tag verbessert, ist sie am siebenten Tag im Vergleich zum Vortag eher schlechter und bleibt dann bis zum Ende der Untersuchung gleich.

Vegetative Beschwerden gab die Versuchsperson auch im Abendfragebogen selten an. Am zweiten Tag fühlte sie sich benommen und vermerkte dies mit Fragezeichen unter dem Begriff "Wetterfühligkeit".

Ansonsten wurde nur die Ausprägung der Müdigkeit bewertet, die am ersten Abend mit "stark", am zweiten, dritten, siebenten, achten, zehnten und elften Abend mit "merklich" und am vierten bis sechsten, neunten und zwölften Abend mit "kaum spürbar" vermerkt wurde. Dementsprechend beschrieb er seinen aktuellen Wachheitsgrad am ersten Abend als "sehr müde", am vierten bis sechsten und zwölften Tag als "leicht müde" und an den restlichen Abenden als "müde".

Insgesamt fällt die Beantwortung des Abendfragebogens am besten am fünften Versuchstag (83 Punkte), am vierten (83.5 Punkte) und sechsten Tag (85 Punkte) aus, am schlechtesten dagegen am zweiten (103 Punkte) und siebenten Versuchstag (107.5 Punkte) (Score: 33 - 227 Punkte).

Sämtliche Einzelantworten mit Zwischensummen für jeden Fragenkomplex und die Gesamtpunktzahlen sind in Tabelle 35a aufgeführt, Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen in Tabelle 35b. Eine graphische Übersicht gibt Abbildung 29.

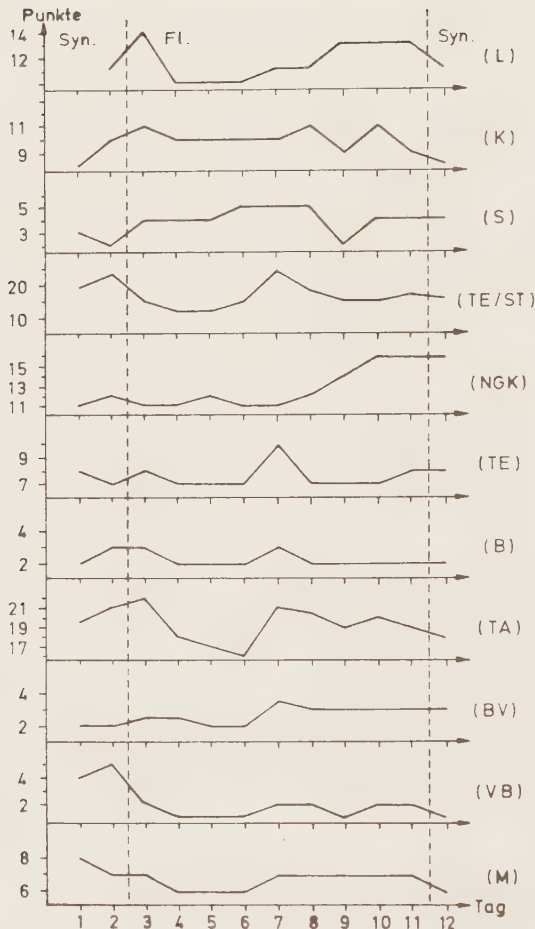


Abb. 29 Graphische Darstellung der Beantwortung von Fragenkomplexen des Abendfragebogens an jedem Versuchstag.

Abzisse: Versuchstage in chronologischer Reihenfolge.

Ordinate: Punktbewertung (vgl. 3.4.3 S.37ff). Je höher die Punktzahl, desto schlechter die Bewertung.

Von oben nach unten ist die Punktbewertung der Beantwortung der Fragenkomplexe Leistung (L), Kontakt (K), Sexualität (S), Tageseindrücke und Stimmung (TE/St.), Nahrungs- und Genußmittelkonsum (NGK), Tagesereignisse (TE), Befindlichkeit (B), Tagesablauf (TA), Befindlichkeit im Vergleich zum Vortag (BV), vegetative Beschwerden (VB) und Müdigkeit (M) im Verlauf der Untersuchung (Syn.=Synchronisation; Fl.=Freilauf) dargestellt.

- Fragebogen vor und nach dem Versuch

a) Allgemeiner Fragebogen vor dem Versuch

Von der Möglichkeit, an dieser Untersuchung teilzunehmen, erfuhr der Proband durch seinen ihn behandelnden Arzt (Psychiatrische Klinik der Universität München). Er wußte bereits aus Zeitungsberichten (z.B. "News week", "New York Times"), daß ähnliche Experimente in Amerika durchgeführt wurden und hoffte, mit Hilfe dieser Studie eine Erklärung für seine Schlafstörungen zu finden. Während des zeitgeberfreien Isolationsabschnittes wollte er lesen und Musik hören, glaubte auch, sich unter diesen Umständen besser als sonst konzentrieren zu können, da "Störfaktoren erheblich vermindert" seien. Außerdem beabsichtigte er, sein Körpergewicht zu reduzieren (Ausgangsgewicht ca. 79 kg, gewünschtes Gewicht: 75 kg). Unangenehm berührte ihn der Gedanke, die unterirdischen Versuchsräume bis zum Ende der Untersuchung nicht verlassen zu dürfen, während er unter normalen Umständen viel Zeit in seinem Garten verbrachte. Bezüglich seiner Schlafgewohnheiten gab er an, keinen Mittagsschlaf zu halten und allgemein schlecht zu schlafen. Seinen üblichen Tagesablauf bezeichnete er als "ziemlich regelmäßig" mit pünktlichen Mahlzeiten um 6:00, 12:00 und 18:00 Uhr. Als gewöhnliche Freizeitbeschäftigungen nannte er Gartenarbeit, Besuche von Verwandten und Freunden und Lesen von Zeitungen.

In der Zeit vor Beginn der Untersuchung beschäftigten ihn sorgenvolle Gedanken über seine berufliche Zukunft im Zusammenhang mit den anhaltenden Schlafstörungen und die Erkrankung eines Familienangehörigen.

b) Typologie der circadianen Phasenlage und Chronohygiene

Im Alltag geht der Proband gegen 21:30 Uhr zu Bett und erwacht spontan am frühen Morgen, auch nach einer verkürzten Nacht. Das Aufstehen fällt ihm schwer und er

fühlt sich in der ersten halben Stunde danach noch sehr müde bzw. schläfrig, verspürt in dieser Zeit auch keinerlei Appetit. Trotzdem beurteilt er seine körperliche und geistige Leistungsfähigkeit am Morgen besser als am Abend und hält sich in der Zeit von 9:00 bis 10:00 Uhr für besonders belastbar. Hätte er keinerlei Verpflichtungen, so würde er gegen 7:30 Uhr aufstehen und gegen 23:00 Uhr - oder mehr als zwei Stunden später als üblich - schlafengehen. Nach einer Nachtwache schlief er erst am darauffolgenden Vormittag. Ggesetzt den Fall, er müßte fünf Stunden lang ohne Pause arbeiten, so würde er den Zeitraum von 7:00 bis 12.00 Uhr bevorzugen.

Er hält sich selbst für einen eindeutigen Morgentyp. Nach dem Testergebnis handelt es sich um einen schwach ausgeprägten Morgentyp (Gesamtpunktzahl: 64).

c) Allgemeiner Fragebogen nach dem Versuch

Im Verlauf der Untersuchung verbrachte die Versuchsperson die meiste Zeit mit Lesen von Fach- (täglich ca. 5 Stunden) und Unterhaltungsliteratur (täglich ca. 2.5 Stunden) und mit Anhören von klassischer (täglich ca. 3.5 Stunden) und Unterhaltungsmusik (täglich ca. 0.5 Stunden). Zum Kochen benötigte sie etwa 1.5 Stunden am Tag und ließ sich etwas mehr Zeit für die Körperpflege (täglich 0.5 - 1 Stunde). Sport trieb sie bei einem geringen Bedürfnis nach Bewegung nur selten. Die Konzentrationsfähigkeit war besser als unter normalen Umständen und der Proband bewältigte fast alles, was er sich vorgenommen hatte, hätte allerdings gern noch mehr in seinen Fachbüchern gelesen.

In diesem Zusammenhang ist die persönliche Mitteilung interessant, daß er vor dem Versuch lange Zeit keine Bücher gelesen habe, weil er sich nicht darauf konzentrieren konnte.

Er glaubt, während des Versuches eher mehr als üblich gegessen zu haben, verlor aber ca. 3 kg Gewicht, obwohl er nicht versucht hatte, abzunehmen (vgl. Fragebogen vor dem Versuch). Die Mahlzeiten nahm er ohne Zwischenmahlzeiten, seinem Zeitgefühl folgend, ein.

Ihre körperliche Verfassung während des Versuchs bezeichnet die Versuchsperson als gut und fühlt sich am Ende der Untersuchung "bestens". Es wurden keine körperlichen Mißempfindungen im Versuchsablauf angegeben, auch keine Selbstgespräche geführt. Halluzinationen traten nicht auf.

Auf die Frage, unter welchen Umständen der Versuch belastend werden könnte, antwortete die Versuchsperson mit den Worten: "Zu lange (Dauer) und dann ohne Partnerin (aus der Sicht eines Mannes), da fehlt dann irgendwann etwas - das macht Stress". Der Proband meint, daß sich ein introvertierter Mensch gut für einen derartigen Versuch eignet, während ein gesellschaftssuchender Mensch den Versuch nicht oder nur schwer durchhalten würde.

Er selbst empfand den Aufenthalt in der Isolation fast nie als langweilig und sie bedeutete für ihn zu keinem Zeitpunkt eine Belastung. Insgesamt wertete er den Versuch angenehmer als erwartet.

In der hier genannten Reihenfolge entbehrte er Bewegungsspielraum, das Zusammensein mit einer Frau, Alkohol, die Gesellschaft von Freunden und den Besuch von Lokalen und Geschäften (vorgegebene Antworten, die der Reihenfolge nach numeriert werden sollten). Auf ergänzende eigene Antworten verzichtete er.

Den Kontakt mit der Außenwelt vermißte er "eigentlich nicht", beschrieb das Fehlen von äußeren Einflüssen als angenehm und empfand nur die Klimaanlage als Störfaktor. Der Gedanke, den Versuch abubrechen, trat nie auf und die Versuchsperson wäre bereit, an einer derartigen

Untersuchung wieder teilzunehmen, am liebsten zusammen mit einer Partnerin.

Manchmal versuchte der Proband, seine Wachphase zu verlängern, indem er bewußt länger las oder sich auf andere Weise beschäftigte. Dabei nimmt er an, "kaum länger" als unter normalen Umständen wachgeblieben zu sein. Bezüglich seiner Schlafzeit vermutet er, etwas mehr als sonst geschlafen zu haben, weil er zu keiner bestimmten Zeit aufstehen mußte. Auch verließ er das Bett morgens nicht immer sofort nach dem Aufwachen.

Im Vergleich zu seinem normalen Schlaf träumte er manchmal mehr, manchmal weniger.

Die Fragen nach üblichen Schlafgewohnheiten wurden folgendermaßen beantwortet: Das Einschlafen macht Schwierigkeiten, er wacht nachts häufiger auf und kann meistens nicht sofort weiterschlafen. Seine gewöhnliche Schlafzeit dauert 4 - 5 Stunden (Zeit: 23:00/24:00 Uhr bis 4:00/5:00 Uhr), frühes Aufstehen bereitet keine Schwierigkeiten und er erwacht auch zu ungewohnten Zeiten, wenn er es sich vornimmt.

Obwohl Hinweise auf die reale Tageszeit fehlten, entsprach die Zeitschätzung der Versuchsperson in etwa der wirklichen Zeit. Als der zeitgeberlose Versuchsabschnitt am Abend des zwölften Versuchstages endete, glaubte er, daß es später Nachmittag sei (Abweichung: ca. 2.5 Stunden). Durch die geringe Verschiebung wird die Bearbeitung des Fragebogens zur Schätzung der Länge der Versuchstage hinfällig.

d) VELA-Fragebogen

Alle Beschwerden, die vor dem Versuch bejaht wurden, gab der Proband auch am Ende des Versuchs an. Hierzu gehören Herzstolpern und -jagen (Rhythmusstörungen), ein zeitweise bis zum Hals spürbarer Herzschlag, Stiche in der Brust, orthostatische Beschwerden, Schwindel, Hitze- wallungen, Magenbeschwerden, Sodbrennen und Blähungen,

das Gefühl der körperlichen Angespanntheit, eine gesteigerte Empfindlichkeit gegenüber Geräuschen u.a., leichtes Erschrecken, Schlafstörungen, allgemeines Erschöpfungsgefühl und Wetterfühligkeit. Insgesamt sind es 18 von 56 Symptomen, die im Zusammenhang mit verschiedenen Krankheiten vorkommen können.

Am Ende der Untersuchung werden noch fünf weitere, von der Norm abweichende Empfindungen benannt: Atemnot und Harn- bzw. Stuhldrang bei Aufregung, Lampenfieber, das Gefühl, Ärger am ganzen Leib zu spüren, und eine erhöhte Empfindlichkeit der Haut.

e) Persönlichkeitsfragebogen (FPI; E.N.NR.)

Die Auswertung des Freiburger Persönlichkeitsinventars ließ folgende Besonderheiten erkennen:

Die Nervosität ist anfangs verstärkt (Standardwert: 7) und nimmt im Verlauf der Untersuchung ab (Standardwert 6, im Normbereich).

Die Aggressivität ist normal ausgeprägt und nimmt ebenfalls ab (Standardwerte 5 und 4).

Auch die Depressivität wird geringer, ist aber größer als bei gesunden Testpersonen (Standardwerte 8 und 7). Die Erregbarkeit ist vor und nach dem Versuch leicht gesteigert (Standardwert 7).

Die Geselligkeit, die zu Versuchsbeginn der Norm entspricht (Standardwert 6), nimmt im Verlauf der Untersuchung deutlich ab (Standardwert 3), das gleiche gilt für die Extraversion (Standardwerte 4 und 2).

Irritierbarkeit und emotionale Labilität sind sehr groß, verändern sich aber ebenfalls mit positiver Tendenz (Standardwerte 1 und 2/ 9 und 8).

Das Dominanzstreben entspricht der Norm und wird geringer (Standardwerte 6 und 5), die Gehemmtheit ist weder groß noch gering (Standardwert 5), aber die Selbstschilderung entspricht vor und nach dem Versuch einer

typisch weiblichen (Standardwerte 1 und 2). Die Offenheit nimmt leicht ab, bleibt jedoch im Normbereich (Standardwerte 5 und 4).

Der Fragebogen E.N.NR. läßt ebenfalls eine Zunahme der Introvertiertheit durch das Isolationsexperiment erkennen. Bei einem Testscore von 0 bis 32 liegt der Wert von 20 Punkten zu Beginn der Untersuchung fast im Normbereich (21 - 29 Punkte), und weicht am Ende mit 16 Punkten von diesem ab.

Der Neurotizismus dagegen ist von Anfang an vermehrt und nimmt deutlich zu (von 28 auf 36 Punkte). Der Normbereich wird hier mit 17 - 21 Punkten angegeben bei Werten zwischen 0 und 40. Auch die Rigidität wird größer (von 34 auf 38 Punkte) und ist im Vergleich mit den Normwerten (17 bis 33) erhöht.

Die nachfolgende Abbildung 30 verdeutlicht die Ausprägung der verschiedenen Persönlichkeitsmerkmale und läßt Abweichungen von der Norm erkennen.

Die wichtigsten Testergebnisse sind in Tabelle 36 zusammenfassend aufgeführt.

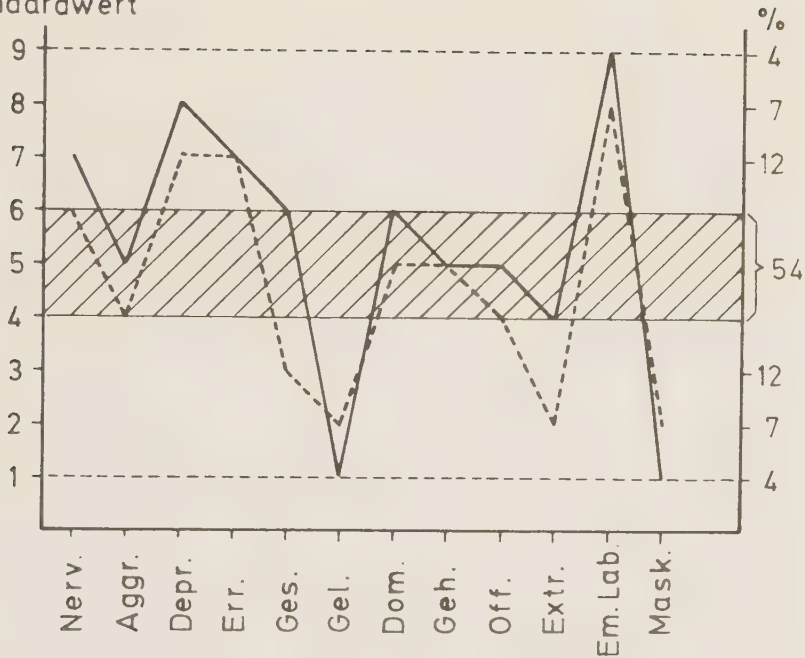
Abb. 30 Ausprägung der Persönlichkeitsmerkmale am Anfang und Ende der Untersuchung.

Im oberen Diagramm ist von links nach rechts die Ausprägung der Persönlichkeitsmerkmale Nervosität (Nerv.), Aggressivität (Aggr.), Depressivität (Depr.), Erregbarkeit (Err.), Geselligkeit (Ges.), Gelassenheit (Gel.), Dominanzstreben (Dom.), Gehemmtheit (Geh.), Offenheit (Off.), Extraversion (Extr.), emotionale Labilität (Em.Lab.) und Maskulinität (Mask.) am Anfang (durchgezogene Linie) und Ende (gestrichelte Linie) der Untersuchung wiedergegeben.

Auf der linken Seite sind die Standardwerte des Freiburger Persönlichkeitsinventars (FPI) angegeben, auf der rechten Seite die ihnen entsprechende Normalverteilung. Die straffierte Fläche verdeutlicht den Normbereich.

Im unteren Teil des Diagramms ist analog die Ausprägung der Persönlichkeitsmerkmale Rigidität (Rig.), Extraversion (Extr.) und Neurotizismus (Neur.) graphisch dargestellt. Die straffierten Bereiche entsprechen der normalen Ausprägung dieser Merkmale.

Standardwert



Punkte

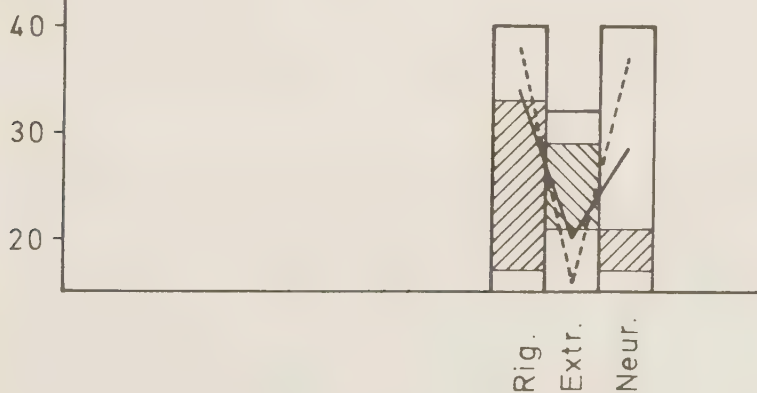


Abb. 30 Ausprägung der Persönlichkeitsmerkmale am Anfang und Ende der Untersuchung.

5. Diskussion

5.1 Physiologische Variable

5.1.1 Ruhe-Aktivitätsperiodik

Die Dauer der aufeinanderfolgenden Wach- und Ruhezeiten ist variabel. Keine der beiden Variablen läßt im freilaufenden Versuchsabschnitt eine fortlaufende Tendenz zur Verlängerung oder Verkürzung erkennen. Zwischen der Dauer von Ruhe- und nachfolgender Aktivitätszeit besteht statistisch kein Zusammenhang ($r = 0.04$), ebensowenig zwischen der Dauer der Aktivitätszeit und der folgenden Ruhezeit ($r = -0.08$).

Dieses Ergebnis stimmt nicht mit anderen Untersuchungsergebnissen überein, die besagen, daß zwischen Wachzeit und nachfolgender Ruhezeit eine negative Korrelation besteht, wobei die Gesamtperiode durch entsprechende Regulation der Länge der Ruhezeit konstant gehalten wird (10, 13, 72, 79, 106, 111, 129, 138, 141).

Insgesamt sind hier die Aktivitätsphasen im Freilauf verkürzt und die Ruhezeiten verlängert, das heißt, das Alpha-Rho-Verhältnis ist bei diesem Probanden kleiner. Andere Untersucher fanden, daß dieses Verhältnis normalerweise mit einem Wert von 2:1 beibehalten oder durch eine Verlängerung der Wachzeit größer wird (79, 84, 102, 138). Eine mögliche Erklärung dafür ist ein zu geringer Erholungswert des Schlafes (84).

Ein Aktivitäts-Ruhe-Zyklus (τ_{AB}) dauerte unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber durchschnittlich 24.49 ± 0.82 Stunden, wobei die Streuung, verglichen mit der der einzelnen Periodenanteile, klein ist. Dies kann als Beweis für eine freilaufende circadiane Periodik endogenen Ursprungs angesehen werden (72, 126, 138). In Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Isolationsexperimente ist die Standardabweichung der durchschnittlichen Ruhe-Aktivitäts-Periodik etwas größer (72, 79) als die der Aktivitäts-Ruhe-Periodik.

5.1.2 Die Periodik der Körpertemperatur

Der Verlauf der Körpertemperatur mit in der Regel eindeutigen Minima und Maxima an jedem Versuchstag und einer normalen Schwingungsbreite zeigt im Freilauf eine signifikante circadiane Periodik von 24.5 Stunden, die der von gesunden Versuchspersonen entspricht (10, 13, 41, 62, 72, 78, 79, 80, 127, 138).

Dabei ist der Wechsel von Wach- und Ruhezeiten von gleichartigen Temperaturveränderungen begleitet, die unabhängig von der jeweiligen Phasenlage auftreten (51, 128, 131). Insgesamt lassen sich die Temperaturdifferenzen aber nicht allein durch den Aktivitätsgrad oder andere Funktionen erklären, so daß man davon ausgehen kann, daß auch diese Periodik im Organismus selbst entsteht (9, 34, 78; vgl. 41).

Bei dem hier untersuchten Probanden haben die freilaufenden Rhythmen der Körpertemperatur und der Aktivitäts-Ruhe-Zyklen im Mittel die gleiche Frequenz. Bemerkenswert ist jedoch, daß die Maxima und insbesondere die Minima der Rektaltemperatur an den aufeinanderfolgenden Versuchstagen in Bezug auf die Ruhe-Aktivitätsperiodik zu unterschiedlichen Zeitpunkten auftreten (vgl. Abb.1, S.43), das heißt, zwischen den beiden Rhythmen besteht trotz gleicher mittlerer Periodendauer keine stabile Phasenbeziehung und somit keine enge Koppelung (vgl. 78).

Hierbei handelt es sich aber nicht um den Zustand der internen Desynchronisation, bei der ebenfalls wechselnde Phasenbeziehungen beobachtet werden, denn die Voraussetzung hierfür ist, daß die Rhythmen der Körpertemperatur und der Aktivitätsperiodik deutlich voneinander abweichende Frequenzen annehmen und demzufolge eine Phasenverschiebung von über 360° zwischen den beiden Funktionen auftritt (78, 79, 80, 125, 126, 127, 138, 141, 144). Dagegen läßt sich vermuten, daß hier eine diskrete "interne Dissoziation" zwischen den Rhythmen besteht, die oft zu Beginn von zeitgeberlosen Untersu-

chungen beobachtet wird, bevor sich die Phasenbeziehung zwischen den verschiedenen Funktionen stabilisiert. Für diese Annahme spricht z.B. die unerwartete Verkürzung der Aktivitäts-Ruhe-Periodik am sechsten Versuchstag (vgl. Abb.1, S.43) (127). Ab dem neunten Versuchstag stabilisiert sich die Phasenbeziehung tendenziell, denn ab diesem Zeitpunkt fallen alle Temperaturmaxima in die erste Hälfte der Aktivitätsperioden und alle Temperaturminima in die erste Hälfte der Ruhezeiten. Diese Phasenverschiebung ist für Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber charakteristisch, denn im 24-Stunden-Tag treten die entsprechenden Extremwerte in der zweiten Hälfte der Aktivitäts- und Ruhezeiten auf (10, 13, 17, 34, 78, 79, 87, 112, 126, 127, 138).

Um jedoch eine eindeutige Aussage über die Phasenbeziehung zwischen der Körpertemperatur- und der Aktivitäts-Ruhe-Periodik machen zu können, wäre bei dieser Versuchsperson ein längerer Untersuchungszeitraum notwendig gewesen. Erschwerend kommt hinzu, daß nur wenige Vergleichswerte aus synchronisierten Untersuchungen zur Verfügung stehen und die Erscheinungszeitpunkte der Temperaturminima und -maxima hier ebenfalls in Bezug auf die Ruhe-Aktivitätsperiodik nicht einheitlich sind, so daß anzunehmen ist, daß zwischen den verschiedenen Rhythmen bei diesem Probanden allgemein keine enge Koppelung besteht.

5.1.3 Die Cortisol-Konzentration

Die Konzentration des freien Cortisols im Urin spiegelt bei normaler Nierenfunktion die Konzentration des nichtprotein-gebundenen Cortisols im Plasma wieder. Mit der hier verwandten Testmethode wurden bei 35 gesunden Probanden in einem Laborversuch Konzentrationen von 35 - 120 μg Cortisol im 24-Stunden-Sammelurin ermittelt (3). Demzufolge ist die 24-Stunden-Ausscheidung der Versuchsperson am zweiten, synchronisierten Versuchstag mit einem Wert von 142,1 $\mu\text{g}/24\text{h}$ und an den folgenden drei zeitgeberfreien Versuchstagen mit Werten von 139,1 μg , 164,2 μg und 126,4 μg pro 24 Stunden erhöht. Ab diesem Zeitpunkt liegt sie innerhalb des Referenzbereiches.

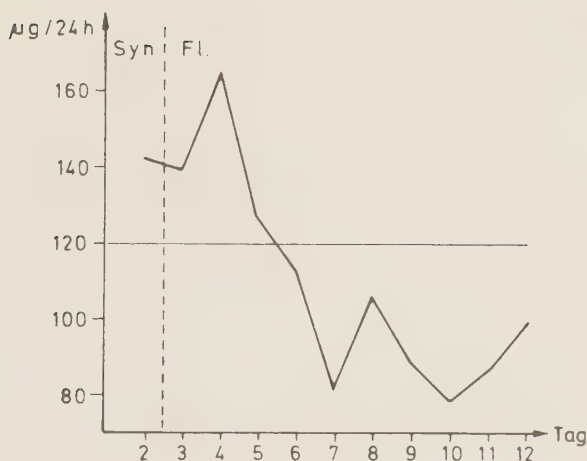


Abb. 31 Gesamtkonzentration des freien Cortisols im Urin an den einzelnen Versuchstagen.

Auf der Abszisse sind die Versuchstage in chronologischer Reihenfolge aufgetragen. Die senkrechte, gestrichelte Linie trennt Versuchstage mit Zeitgebern (Syn.) von Versuchstagen ohne Zeitgeber (Fl.). Dargestellt ist die Gesamtkonzentration des freien Cortisols im Urin an jedem Versuchstag in $\mu\text{g}/24\text{h}$. Die horizontale Linie markiert die obere Grenze des Normbereiches ($120 \mu\text{g}/24\text{h}$).

Die erhöhten Hormonkonzentrationen zu Beginn der Untersuchung, aber auch die unerwartet hohen Ausscheidungsmengen zu umschriebenen Zeitpunkten wie z.B. am Morgen des elften Versuchstages nach einem Traum, der den Probanden sehr bewegte (vgl. 4.4.2, S.148), oder am Abend des zwölften Versuchstages nach dem Ende des zeitgeberfreien Versuchsabschnittes (vgl. Abb.7, S.60) deuten auf eine hohe Empfindlichkeit der Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse hin: Ungewohnte Umstände sind unmittelbar von

hohen Cortisolausschüttungen begleitet (84). Emrich und Koautoren beobachteten stimmungsabhängige Erhöhungen der Cortisol-Konzentration bei einem depressiven Patienten (41), Diebold stellte erhöhte Plasmaspiegel bei Patienten mit unterschiedlichen psychiatrischen Erkrankungen fest (39) und Adam fand höhere Ausschüttungsraten bei schlechten Schläfern im Vergleich zu guten Schläfern (1). Diese Untersuchungsergebnisse sprechen dafür, daß die Cortisol-Sekretion von psychischen Komponenten unmittelbar beeinflußt werden kann.

Die höchsten und niedrigsten Urin-Konzentrationen pro Stunde traten an den aufeinanderfolgenden Versuchstagen in Andechs zu unterschiedlichen Zeitpunkten bezüglich der Tageszeit und der Aktivitätsperiodik des Probanden auf (vgl. Abb.5, S.57). Normalerweise zeigt der Plasma-Cortisolspiegel einen ausgeprägten 24-Stunden-Rhythmus mit Maxima zwischen 6 und 9 Uhr morgens und Minima um Mitternacht (3, 39, 79, 85, 97, 117). Einen solchen circadianen Rhythmus ließ nur die 24-stündige Untersuchung des Plasma-Cortisols der Versuchsperson unter synchronisierten Versuchsbedingungen in München 1982 erkennen (s. Abb.3b, S.51). Im freilaufenden Versuchsabschnitt in Andechs ergab die Periodenanalyse eine signifikante Periodik von 24.3 Stunden, die annähernd mit der Periodendauer der Aktivitäts-Ruhe- und der Temperaturzyklen übereinstimmt. Allerdings liefert die Signifikanzprüfung nur einen Wert von ca. 40%.

Die Maxima treten im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber im Mittel früher auf als bei Synchronisation (hier steht jedoch nur ein Wert zum Vergleich zur Verfügung). Die Minima zeigen annähernd den gleichen Erscheinungszeitpunkt unter beiden Versuchsbedingungen.

Eine direkte Beziehung zu anderen physiologischen Variablen ist nicht erkennbar. Allerdings treten die Minima der Cortisol-Konzentration mit nur einer Ausnahme am zweiten, synchronisierten Versuchstag jeweils vor den Minima der Kör-

pertemperatur auf (vgl. Abb.6, S.58). Lund fand ein Vor-eilen der Akrophase der Steroide gegenüber der Akrophase der Rektaltemperatur (79), womit diese Beobachtung in Einklang steht.

Insgesamt besteht jedoch keine enge Beziehung zwischen der Periodik der Cortisol-Konzentration und anderen physiologischen Variablen.

5.1.4 Die Urinvariablen

Die Periodenanalyse der weiter gemessenen physiologischen Variablen führte zu dem Ergebnis, daß im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber außer Rektaltemperatur und Cortisol auch die Volumenausscheidung eine signifikante circadiane Periodik aufweist. Ihre Periodendauer von 24.8 Stunden weicht geringfügig von der der Körpertemperatur und der Cortisol-Ausscheidung ab. Die Natriumkonzentration zeigt dagegen nur schwache tagesperiodische Veränderungen und die Konzentrationen der Elektrolyte Kalium und Kalzium verändern sich ohne ausgeprägte Periodizität. Darauf deutet auch die große Streuung ihrer errechneten mittleren Periodendauer und der Erscheinungszeitpunkte ihrer Minima und Maxima hin. Die anhand der Periodenanalyse ermittelten Frequenzen betragen 23 Stunden für die Konzentration des Kaliums (nicht signifikant) und 25.27 Stunden für die Konzentration des Natriums, d.h., die einzelnen Funktionen sind bei dem schlaf-gestörten Probanden nicht streng miteinander synchronisiert und haben demzufolge an den aufeinanderfolgenden Versuchstagen wechselnde Phasenbeziehungen zueinander.

Lund beobachtete bei sieben blinden Versuchspersonen unter den gleichen Versuchsbedingungen, daß sich der periodische Anteil der Gesamtdaten im freilaufenden Versuchsabschnitt verringerte und sich auch die Rangfolge der periodischen Ausprägung im Vergleich zu synchronisierten Bedingungen änderte. Die stärksten periodischen Schwankungen zeigten die Rektaltemperatur und das Cortisol, die geringste die Kal-

zium-Konzentration im Urin (79). Ähnliche Unterschiede in der Ausprägung tagesperiodischer Variationen fanden auch Giedke in einer 1971 durchgeführten Untersuchung (nach 79) und Sieber im Jahre 1976 (112). Die von Lund, Sieber und Kriebel (72, 79, 112) ermittelten Periodendauern der Einzelfunktionen weichen intraindividuell in der Regel nur wenig voneinander ab. Wever errechnete für gesunde Versuchspersonen bei interner Synchronisation ebenfalls annähernd gleiche Frequenzen für die tagesperiodischen Schwankungen der einzelnen Variablen mit einem Durchschnittswert von ca. 25 Stunden (126).

Auffallend bei dem hier untersuchten Probanden ist demnach zum einen die unterschiedliche Periodendauer der verschiedenen Funktionen und außerdem die geringe Ausprägung der tagesperiodischen Schwankungen, insbesondere der Elektrolyt-Konzentrationen im Urin. Es ist anzunehmen, daß zwischen den einzelnen Rhythmen keine enge Koppelung besteht.

5.1.5 Die lokomotorische Aktivität

Die Stadienanalyse des Wach-EEGs beweist eindeutig, daß der Proband den Vereinbarungen gemäß während seiner Aktivitätsperioden niemals längere Zeit schlief. Der Anteil der Stadien 1 und 2 ist verschwindend gering, gelegentlich treten kurze Episoden auf, in denen das EEG den dem entspannten Wachzustand entsprechenden Alpha-Rhythmus zeigt.

Interessant ist auch die Beobachtung, daß die körperliche Aktivität des Probanden im Verlauf der Untersuchung abnimmt: Das Verhältnis der Stadien 8 und 9, die starke Muskelbewegungen anzeigen, und des Stadiums 7, das überwiegend dann erschien, wenn die Versuchsperson las oder Tests bearbeitete, kehrt sich näherungsweise um. Dieses Ergebnis objektiviert die Aussage des Probanden, daß er im Laufe der Untersuchung ruhiger geworden sei und zunehmend mehr Zeit mit Lesen verbracht habe.

Die Verteilung der Stadien innerhalb der einzelnen Stunden der Aktivitätszeiten der Versuchsperson gibt ihren Tagesablauf sehr gut wieder: Nach dem Aufstehen bearbeitete sie zunächst die Leistungstests und füllte die ausführlichen Morgenfragebogen aus (Stadium 7). Anschließend verbrachte sie etwa eine Stunde mit Körperpflege, in der die Aufzeichnung jeweils unterbrochen wurde (Fehlzeit). Die hohe Aktivität in der fünften bis siebenten Stunde der Aktivitätsperiode entspricht der Zubereitung bzw. dem Einnehmen des Mittagessens. Die subjektiven Nachmittage verbrachte der Proband in der Regel mit Lesen, Anhören von Musik u.ä. (Stadium 7), später nahm er sein Abendessen ein und bereitete sich auf das Zubettgehen vor, was wiederum von einer vergleichsweise hohen Bewegungsaktivität begleitet war.

Da bei dieser Untersuchung keine Monitorüberwachung erfolgte und die Versuchsleiter deshalb auf wahrheitsgetreue Angaben der Versuchsperson angewiesen sind, ist die gute Übereinstimmung zwischen den subjektiven Mitteilungen und den objektiven Messergebnissen beruhigend und eine Hilfe bei der Interpretation weiterer Aussagen des Probanden.

5.2 Die Schlafanalyse

Die genaue Analyse der Schlafstruktur des Probanden führt zu dem Ergebnis, daß die subjektiv beklagten Schlafstörungen durch die objektiven Messungen bestätigt werden können und daß sie sowohl im Schlaflabor als auch im Bunker bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber bestehen. Die Hypothese, daß die Schlafstörungen abnehmen, wenn äußere Störfaktoren eliminiert und der Proband nach seiner "inneren Uhr" leben könnte, ist demzufolge nicht haltbar. Dagegen muß man davon ausgehen, daß in diesem Fall externe und interne Faktoren die Schlafstörung herbeiführen und aufrechterhalten und es sich um eine echte persistierende

psychophysiologische Hyposomnie handelt, wie sie in der Klassifikation von Schlafstörungen des Committees der "Association of Sleep Disorders Centers" beschrieben wird (16, 96).

In den folgenden Kapiteln sollen die Besonderheiten der Schlafstruktur des Probanden, insbesondere die objektiven Störungen des Schlafablaufs zusammengefaßt und die subjektive Beurteilung der Schlafqualität mit objektiven Meßdaten verglichen werden.

5.2.1 Allgemeine Schlafvariable

- Die Dauer der Ruhezeit

Die Dauer der Ruhezeiten des Probanden zeigt eine klare Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen: Während er im Alltag seinen Angaben nach nur etwa 4 - 5 Stunden ruht, verbrachte er im Schlaflabor in München durchschnittlich bis zu 7 Stunden im Bett und im Bunker unter Ausschluß aller zeitgebenden Umweltfaktoren im Mittel über 9 Stunden. Das heißt, wenn äußere, die Ruhezeit limitierende Einflüsse wegfallen, tritt spontan eine deutliche Verlängerung der Ruhezeit auf. Die Versuchsperson teilte mit, daß sie sich morgens normalerweise unausgeschlafen und matt fühle und bei Tage nicht optimal leistungsfähig sei. Im Bunker hingegen deutete sie eine allgemeine Verbesserung ihres subjektiven Wohlbefindens an.

Diese Aussagen und die objektiven Daten lassen sich dahingehend interpretieren, daß die übliche Ruhezeit des Probanden für sein körperliches Wohlbefinden und eine ausreichende Leistungsfähigkeit zu kurz ist.

Die normale Schlafdauer Erwachsener wird im allgemeinen mit 7 - 8 Stunden angegeben (25, 53, 58, 68, 78, 102, 114, 116, 119, 123, 139). Die Untersuchungsergebnisse von Williams (134) zeigen allerdings, daß die Dauer der

Ruhezeit mit zunehmendem Lebensalter abnimmt. Er ermittelte bei der Vergleichsgruppe eine Ruhezeitdauer von etwa 7 Stunden (s. auch 114).

Im Vergleich dazu ist die Dauer der Ruhezeit bei psychisch Kranken und bei Schlafgestörten wesentlich kürzer (33, 53, 68, 74, 78, 118). Zulley und andere Autoren beobachteten eine signifikante Verlängerung der Ruhezeiten unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber (123, 138, 139, 143). Demzufolge ist zu vermuten, daß die Verlängerung der Ruhezeiten des Probanden im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber nur teilweise Ausdruck des Erholungsbedarfes ist, zum anderen aber auch durch psychophysiologische Veränderungen im Rahmen des Isolationsexperimentes bedingt ist.

Die Dauer der Schlafzeit (SPT) der Versuchsperson ist bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber in An-decks ebenfalls länger als im Schlaflabor. Es besteht jedoch kein großer Unterschied zwischen synchronisierten und freilaufenden Nächten. Zulley beobachtete, daß die Schlafzeit gesunder Versuchspersonen im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber entweder verlängert oder verkürzt wird oder gleich bleibt (138). Allgemein ist der Vergleich dieser Schlafvariable mit den Ergebnissen anderer Studien problematisch, weil sie von den einzelnen Autoren nicht einheitlich definiert wird und die Definitionen oft nicht angegeben sind.

- Die Schlaffeffizienz

Die durchschnittliche Schlaffeffizienz des Probanden liegt in allen Untersuchungen, in denen er keine medikamentöse Schlafhilfe erhielt, unterhalb der 85%-Grenze einer guten Schlaffeffizienz und ist im Freilauf am besten. Die Werte der Einzelnächte sind dabei variabel (vgl. Tab.11a-c).

Es ist umstritten, ob eine Schlafeffizienz von 85% tatsächlich als gut zu bezeichnen ist. Frankel und seine Mitarbeiter schlugen diesen "Grenzwert" vor, weil die Schlafeffizienz mit zunehmendem Lebensalter abnimmt (50). Williams gibt für männliche Versuchspersonen im Alter von 40 bis 49 Jahren eine durchschnittliche Schlafeffizienz von $91 \pm 6\%$ an (134). Voigtländer bezeichnet die Schlafeffizienz erst dann als gut, wenn sie Werte von 90 - 95% erreicht, weil er feststellte, daß neun von einundzwanzig schlafgestörten Patienten in der zweiten Nacht Werte von wenigstens 85% erreichten und trotzdem nicht mit ihrem Schlaf zufrieden waren (118, S.92). Insgesamt ermittelte er einen Durchschnittswert von 76% bei den von ihm untersuchten chronisch schlafgestörten Patienten, mit dem die durchschnittliche Schlafeffizienz von $77 \pm 1.3\%$ der Versuchsperson im synchronisierten Versuchsabschnitt in Andechs gut übereinstimmt. Ähnliche Werte errechneten auch Coursey und seine Mitarbeiter (33): 76.5% für Schlafgestörte und 87.8% für die Kontrollpersonen.

Insgesamt ist die durchschnittliche Schlafeffizienz des Probanden geringer als die gesunder Versuchspersonen. Der Vergleich der Mittelwerte dieser Schlafvariablen bei verschiedenen Versuchsbedingungen unterstützt die Hypothese, daß die Versuchsperson sehr empfindlich auf störende Umwelteinflüsse reagiert: Je mehr Störfaktoren in der unmittelbaren Umgebung des Schlafers vorhanden sind, desto geringer ist die Schlafeffizienz.

- Die Einschlafzeit

Normalerweise vergehen bis zum ersten Auftreten von Stadium 2 in der Nacht bis zu 20 Minuten (33, 34, 68, 102, 114, 134, 138). Schlafgestörte haben demgegenüber

in der Regel verlängerte Einschlafzeiten von 30 Minuten und mehr (25, 33, 42, 50, 68, 114, 118). Allerdings wurde in einigen Studien darauf hingewiesen, daß diese Größe besonders variabel ist (103, 118, 134).

Im Vergleich mit diesen Werten ist die Einschlafzeit des Probanden unter allen Versuchsbedingungen eindeutig verlängert. Auffallend ist dabei die große Variabilität in den aufeinanderfolgenden Nächten.

Interessant ist die Beobachtung, daß die Schlaflatenz im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber in Andechs größer ist als unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern, denn es wäre zu erwarten, daß der Proband ohne Kenntnis der Tageszeit und andere, seine Aktivitätszeit limitierende Faktoren seine Ruhestätte dann aufsucht, wenn er müde ist und demzufolge schnell einschlief. Die subjektiv empfundene Müdigkeit kann also nicht die einzige, die Dauer der Einschlafzeit bestimmende Variable sein.

5.2.2 Die Häufigkeit der einzelnen Schlafstadien in der Nacht

Der durchschnittliche prozentuale Anteil von Schlafstadium 1 entspricht unter allen Versuchsbedingungen der Häufigkeit dieses Stadiums bei gesunden Versuchspersonen (25, 59, 68, 70, 81, 103, 118, 134, 138). Dabei tritt es im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber in Andechs etwas häufiger auf als im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern und hat den größten prozentualen Anteil am Gesamtschlaf (TIB und SPT) in den Versuchsnächten in München. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, daß im Schlaflabor mehr störende Umwelteinflüsse, vor allem Außengeräusche, eine Zunahme des "leichten" Schlafes bewirken. Die Erhöhung im zeitgeberfreien Intervall könnte mit der Verlängerung der Ruhezeiten zusammenhängen.

Auch die Häufigkeit von Stadium 2 entspricht den bei gesunden Probanden ermittelten Werten (70, 103, 134). Wie

Stadium 1 tritt es im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber häufiger auf als im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern, das heißt, die unter diesen Umständen längeren Ruhezeiten der Versuchsperson enthalten insgesamt mehr Schlaf der Stadien 1 und 2.

Der mittlere prozentuale Anteil von Stadium 3 stimmt ebenfalls mit der Häufigkeit dieses Stadiums bei Gesunden überein, aber der Anteil von Stadium 4 mit hoher Delta-Aktivität ist unter allen Versuchsbedingungen im Vergleich zu den normalerweise in der Literatur genannten Werten vermindert (59, 68, 70, 103, 118, 123, 138, 146). Es wurde jedoch nachgewiesen, daß dieses Schlafstadium mit zunehmendem Lebensalter seltener auftritt (59, 134). So gibt Williams für die Vergleichsgruppe 40 bis 49jähriger männlicher Versuchspersonen Werte von $5.37 \pm 3.27\%$ (SPT) für Stadium 3 und $3.18 \pm 6.25\%$ für Stadium 4 an, insgesamt $8.54 \pm 6.84\%$ für die Stadien 3 und 4 (SWS) (134). Vergleicht man die Daten des schlafgestörten Probanden mit diesen Werten, so tritt bei ihm Schlafstadium 3 häufiger und Stadium 4 seltener auf und der Tiefschlafanteil ist insgesamt durchaus altersentsprechend.

Auffallend ist, daß der Anteil der Stadien 3 und 4 in den aufeinanderfolgenden Nächten, besonders im freilaufenden Versuchsabschnitt und bei Behandlung mit L-Tryptophan bei dem Probanden unterschiedlich groß ist (vgl. Tabelle 12a und b; 13a und b). Einige Autoren vermuten eine enge Beziehung zwischen der Dauer der vorherigen Wachzeit und dem Betrag der Stadien 3 und insbesondere 4 (62, 122, 138; vgl. 2), außerdem wird auf einen Zusammenhang mit körperlichen Leistungen am Tage hingewiesen (102, 138). Wie aus den Abbildungen 32a bis c zu ersehen ist, besteht hier keine enge Korrelation zwischen der Dauer der vorherigen Aktivitätszeit und der Häufigkeit der Tiefschlafstadien.

Die Korrelationskoeffizienten berechnen sich auf Werte von $r = 0.42$ für Stadium 3, $r = 0.2$ für Stadium 4 und $r = 0.39$ für die Stadien 3 und 4 (SWS) und sind nicht signifikant.

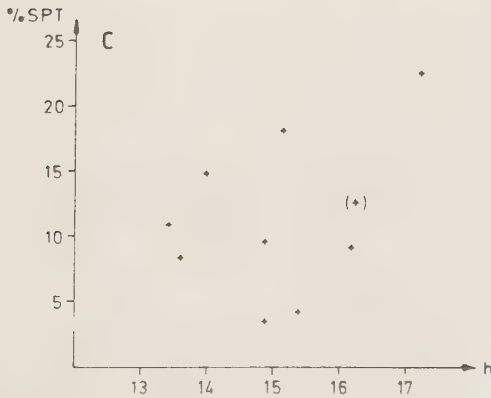
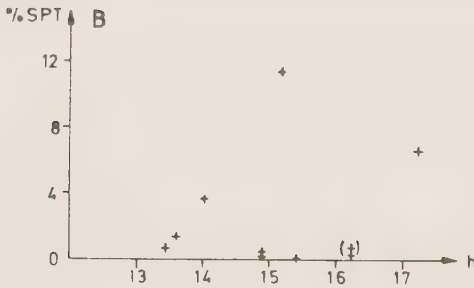
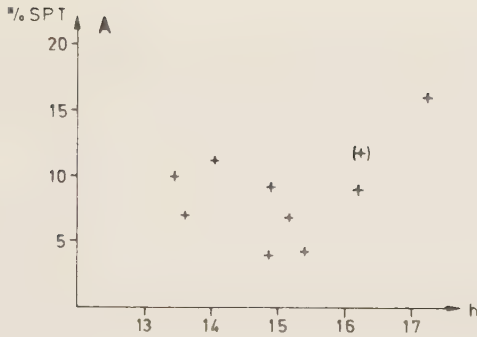


Abb. 32a-c Prozentualer Anteil von Schlafstadium 3 (A), Schlafstadium 4 (B) und Schlafstadien 3 und 4 (SWS) (C) an der Schlafzeit in Abhängigkeit von der Dauer der vorherigen Aktivitätszeit.

Abb. 32a-c Prozentualer Anteil von Schlafstadium 3 (A), Schlafstadium 4 (B) und Schlafstadien 3 und 4 (SWS) (C) an der Schlafzeit in Abhängigkeit von der Dauer der vorherigen Aktivitätszeit.

Auf der Abszisse ist die Dauer der Aktivitätszeit in Stunden (h) angegeben, auf der Ordinate Prozentwerte der Schlafzeit (% SPT), die die Häufigkeit der Schlafstadien 3, 4 und 3 und 4 (SWS) in den einzelnen Nächten wiedergeben.

Aus den Abbildungen ist ersichtlich, daß hier keine enge Korrelation zwischen Tiefschlafanteil und Dauer der vorherigen Aktivitätszeit des Probanden besteht. Die Punkte in Klammern entstammen dem Versuchsabschnitt mit Zeitgebern in Andechs.

Daß bei hoher körperlicher Aktivität bei Tage mehr Schlaf der Stadien 3 und 4 in der Nacht auftritt, erscheint hier auch nicht wahrscheinlich, denn die im Bunker ermittelten Werte liegen über den im Schlaflabor gefundenen und es ist anzunehmen, daß die Bewegungsaktivität der Versuchsperson innerhalb des unterirdischen Versuchsraumes eher geringer war als im Schlaflabor.

Weitere Überlegungen besagen, daß der Tiefschlafanteil durch Stress herabgesetzt wird (50). Beispielsweise wiesen Baekeland und Hoy eine Verringerung von Stadium 4 bei Medizinstudenten in Prüfungssituationen nach (18). Da die Stimmungslage des Probanden aber nicht direkt quantitativ meßbar ist und auch keine Vergleichswerte aus anderen Untersuchungen zur Verfügung stehen, erscheint eine derartige Prüfung hier wenig sinnvoll.

Die Tiefschlaflatenzen sind in den aufeinanderfolgenden Nächten ebenfalls sehr variabel. Im normalen 24-Stunden-Tag wird ein Zusammenhang mit dem Zeitpunkt des Zubettgehens vermutet: Je später die Schlafzeit bezüglich der Tageszeit beginnt, um so kürzer ist die Latenz von Stadium 4 (138). Da die Daten dieser Untersuchung überwie-

gend aus dem zeitgeberfreien Intervall stammen, kann auch dieser Zusammenhang hier nicht geprüft werden. Sicher ist die Tiefschlaflatenz der Versuchsperson in einigen Nächten verlängert und es soll an dieser Stelle betont werden, daß in drei Nächten überhaupt kein Tiefschlaf-Stadium 4 erreicht wurde.

Auch REM-Schlaf tritt in den einzelnen Nächten mit unterschiedlicher Häufigkeit auf. Im allgemeinen entsprechen die Werte durchaus dem bei gesunden Probanden ermittelten Anteil von 20-25% der Schlafzeit (25, 59, 68, 70, 103, 106, 134, 139). Die Beobachtung, daß REM-Schlaf im Freilauf früher auftritt als bei synchronisierten Versuchsbedingungen (17, 34, 123, 138, 139) kann hier bestätigt werden: Die unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber ermittelten Latenzen sind deutlich kürzer als die unter Versuchsbedingungen mit Zeitgeber gemessenen (vgl. Tab.13c).

Interessant ist darüber hinaus die Beobachtung, daß der Proband in den Nächten im Bunker absolut mehr Zeit im REM-Schlaf verbrachte als in den Vergleichsnächten im Schlaf-labor. Dies könnte mit der Verlängerung der Ruhezeit zusammenhängen und ließe sich auch durch die circadiane REM-Schlaf-Häufigkeit erklären. Denn dieser tritt vermehrt gegen Morgen auf und da die Versuchsperson in Andechs ungestört weiterschlafen konnte, kann es auf diese Weise zu einer absoluten REM-Schlaf-Vermehrung gekommen sein.

5.2.3 Wachzeiten innerhalb der Schlafzeit

Schlafgestörte haben im Vergleich zu Gesunden oft längere Wachzeiten im Verlauf der Nacht (1, 25, 63, 68, 102, 118). Nun wurde in den meisten Untersuchungen der Schlaf gesunder jüngerer Probanden analysiert und dabei ein sehr geringer Anteil von Stadium Wach am Gesamtschlaf ermittelt. Die

Anzahl der Awakenings und der prozentuale Anteil von Stadium Wach nimmt jedoch physiologischerweise mit dem Lebensalter zu, so daß die üblichen Werte nicht ohne weiteres zum Vergleich herangezogen werden dürfen. Williams gibt für die Vergleichsgruppe 4.65 ± 2.27 Awakenings pro Schlafperiode und einen prozentualen Anteil des Stadiums Wach an der Schlafzeit von $6.29 \pm 5.56\%$ an (134). Im Vergleich mit diesen Daten ist der prozentuale Anteil der Wachzeiten des Probanden im zeitgeberfreien Intervall kaum erhöht, bei Versuchsbedingungen mit Zeitgebern ist er jedoch deutlich größer. Auch die Anzahl der Awakenings ist unter allen Versuchsbedingungen deutlich vermehrt: Der schlafgestörte Proband erwacht etwa zwei- bis dreimal so häufig wie gesunde Versuchspersonen seiner Altersgruppe.

Auffallend ist dabei das Erwachen aus allen Schlafstadien und ganz besonders das häufige Erwachen aus dem REM-Schlaf. Mitunter fällt es der Versuchsperson schwer, wieder einzuschlafen. Das häufige Erwachen aus dem REM-Schlaf kann ein Hinweis auf psychologische Hintergründe der Schlafstörung sein (84), obwohl schlafgestörte Patienten nur selten über Träume berichten (118).

Die meisten Awakenings dauerten weniger als 2 Minuten (73.3%), knapp ein Fünftel zwischen 2 und 5 Minuten (18.3%) und weniger als ein Zehntel länger als 5 Minuten (8.4%) (vgl. Tab.14d). Bei den Awakenings aus dem REM-Schlaf war der Anteil der Awakenings von kurzer Dauer etwas geringer (69.53%), der der Awakenings mittlerer Dauer etwa gleich groß (17.38%) und der der langen Awakenings größer (13.09%). Die Versuchsperson sollte, wenn sie nachts aufwachte, einen am Bett befindlichen Knopf ("Aufwachknopf" - vgl. 3.2) betätigen. Ihren eigenen Angaben zufolge tat sie das jedoch nicht immer. Trotzdem ist die am Morgen erinnerliche Anzahl der nächtlichen Awakenings hiermit nahezu identisch. Die Analyse, welche Art von Awakenings dem Probanden in Erinnerung blieben, ergab, daß es sich überwiegend um Awakenings

aus den Stadien REM (57.5%) und 2 (34%) handelte, die ebenfalls meist von kurzer (57.5%) und mittlerer Dauer (29.8%) waren (vgl. Tab.14e).

Betrachtet man nicht nur den Zeitraum, der nach dem Aufwachen ohne Unterbrechung im Wachzustand verbracht wurde, sondern die gesamte Zeit, die jeweils bis zum Wiederauftreten der Schlafstadien 2, 3, 4 oder REM verging, so überwiegen Schlafunterbrechungen mittlerer Länge (42.6%) gegenüber kurzen (35.2%) und langen (22.2%). Dies spricht für die Theorie, daß kurze Wachzeiten in der Nacht oft entweder gar nicht wahrgenommen werden oder nicht in Erinnerung bleiben, während eine ganze Folge von Wachepisoden mit zwischenzeitlichen kurzen Schlafphasen als eine längere Wachperiode registriert wird. Das daraus resultierende Gefühl, die ganze Nacht wach im Bett gelegen zu haben, führt zu vermehrter Müdigkeit am darauffolgenden Tag, einer verminderten Leistungsfähigkeit und insgesamt zu einer Einschränkung des allgemeinen Wohlbefindens mit subjektiv meist hohem Krankheitswert.

Es wird angenommen, daß ein erhöhtes Erregungsniveau des Organismus bei Schlafgestörten die häufigen Schlafunterbrechungen bewirkt (33, 63, 66, 84, 118).

5.2.4 Stadienwechsel

Der Schlaf des Probanden geht unter allen Versuchsbedingungen mit einer sehr hohen Anzahl von Stadienwechseln einher, die etwa dem Dreifachen der Norm entspricht (55, 59, 134). Während der Einschlafzeit fällt oft ein langanhaltender Wechsel zwischen den Stadien 1 und Wach auf. Dieses "Pendeln" beobachtete auch Voigtländer bei schlafgestörten Patienten (118). Im weiteren Verlauf der Nacht gibt es immer wieder Episoden, in denen die Stadien 2 und 3 in kurzen Abständen wechseln, das gleiche gilt für die Stadien 3 und 4. Allgemein scheint hier die Fähigkeit, ein tieferes Schlaf-

stadium zu erreichen und in diesem längere Zeit zu verbleiben, herabgesetzt zu sein. Auch die häufigen Schlafunterbrechungen führen zu einer erhöhten Anzahl von Stadienwechseln in der Nacht. Moses und seine Mitarbeiter (86) weisen darauf hin, daß Stadienwechsel oft von Körperbewegungen begleitet sind. Das Stadium "Movement-Time" wurde hier jedoch nicht häufiger gefunden als in anderen Untersuchungen (138).

5.2.5 Die Häufigkeit der Schlafstadien im Verlauf der Nacht

Das häufige Auftreten der Stadien Wach und 1 im ersten Drittel der Ruhezeit ist Ausdruck der generellen Einschlafstörung des Probanden. Ihr etwas häufigeres Vorkommen im letzten Nachtdrittel läßt sich durch die übliche Abnahme der Schlaftiefe gegen Ende der Nacht und die Tatsache, daß die Versuchsperson nicht immer sofort nach dem Aufwachen aufstand, erklären. Das Schlafstadium 2 zeigt die normale Häufigkeitsverteilung im Verlauf der Nacht mit größeren Anteilen in späteren Schlafabschnitten und die Tiefschlafstadien 3 und 4 treten wie bei gesunden Probanden bevorzugt in den ersten Stunden der Schlafzeit auf. Auch der REM-Schlaf-Anteil entspricht der allgemeinen circadianen Verteilung dieses Stadiums mit einer Zunahme gegen Morgen. Während der mittlere prozentuale Anteil im ersten Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit unter allen Versuchsbedingungen am geringsten ist, tritt im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber mehr REM-Schlaf im zweiten Drittel von Ruhe- und Schlafzeit auf als unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern. Außerdem nimmt der REM-Schlaf-Anteil in synchronisierten Nächten vom zweiten zum dritten Schlafdrittel zu, im Freilauf ist er in beiden Dritteln fast gleich groß.

Eine derartige REM-Schlaf-Umverteilung beschrieb auch Zulley (139, 143). Allerdings fand er zusätzlich eine deutliche Zunahme des REM-Schlaf-Anteils im ersten Drittel der Nacht bei Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber, die bei diesem Probanden nur angedeutet ist.

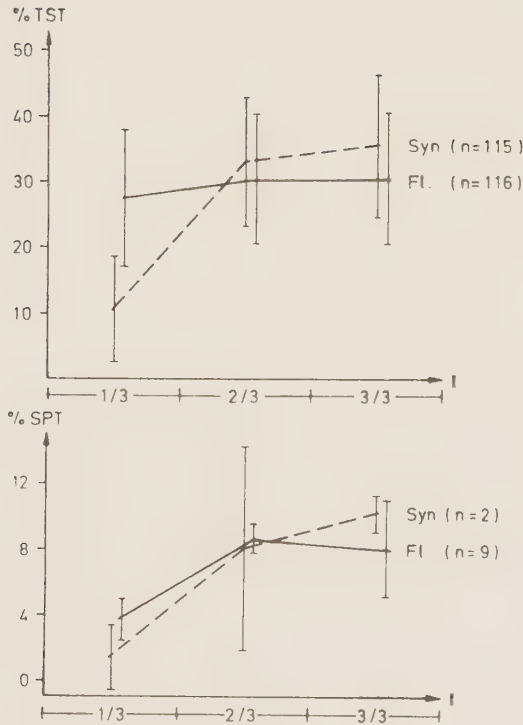


Abb. 33 Prozentualer REM-Schlaf-Anteil in jedem Drittel der Schlafzeit bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber.

Das obere Diagramm gibt die Untersuchungsergebnisse von Zulley wieder (Abbildung siehe 139, S. 380 und 143, S. 341), das untere zeigt die Ergebnisse der eigenen Studie. Aufgetragen sind die Mittelwerte und Standardabweichungen des prozentualen REM-Schlaf-Anteils in jedem Drittel der Gesamtschlafzeit (% TST, oben) bzw. der Schlafzeit (% SPT, unten) unter Versuchsbedingungen mit (Syn.) und ohne Zeitgeber (Fl.).

Auch die Anzahl der Stadienwechsel ist in den einzelnen Nachtdritteln verschieden. Tendenziell treten im Verlauf der Nacht weniger Stadienwechsel auf, das heißt, der Schlaf wird ruhiger.

Da die verschiedenen Schlafstadien, vor allem Stadium Wach im Verlauf der Nacht mit unterschiedlicher Häufigkeit vorkommen, ist auch die Schlafeffizienz der einzelnen Drittel von Ruhe- und Schlafzeit unterschiedlich und mit Ausnahme des ersten Ruhezeitdrittels überraschend gut.

5.2.6 Die ultradiane Schlafstruktur

In vielen Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß der Schlaf in 4 - 5 Zyklen unterteilt werden kann, die jeweils aus einer REM- und einer NonREM-Schlafphase bestehen und eine mittlere Dauer von 90 - 100 Minuten haben (24, 27, 47, 59, 70, 76, 84, 86, 102, 103, 106, 111, 123, 134, 138). Kleitman vertrat die Hypothese, daß der ganze 24-Stunden-Tag von einem derartigen ultradianen Ruhe-Aktivitäts-Zyklus überlagert sei, den er "Basic Rest Activity Cycle" (abgekürzt BRAC) nannte. Dieser steuert möglicherweise auch den Schlafablauf (76, 106).

Die aufeinanderfolgenden Zyklen haben unterschiedliche Anteile REM- und NonREM-Schlaf. Normalerweise nimmt der REM-Schlaf-Anteil im Verlauf der Nacht zu, außerdem wird der Schlaf zum Morgen hin flacher (17, 34, 102, 122, 123, 138). Unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber ist die REM-NonREM-Schlafstruktur verändert. Hier tritt mehr REM-Schlaf zu Beginn der Nacht auf als in synchronisierten Nächten (34, 123, 138, 139).

Bei Schlafgestörten fand man leichte bis schwerwiegende Störungen des polyzyklischen Schlafablaufs (99, 118), mitunter war hier keinerlei Rhythmik mehr erkennbar.

Im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Studien sind bei

dem schlafgestörten Probanden einige bemerkenswerte Unterschiede erkennbar. Zulley und andere Autoren fanden, daß die erste REM-Episode der Nacht unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber signifikant länger als unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern dauert (123, 138, 139, 143). Hier ist das Gegenteil der Fall.

Weiter nimmt die mittlere Dauer der REM-Episoden bei der Versuchsperson im Freilauf von der ersten bis vierten Episode zu. Dies entspricht der empirischen Verteilung des REM-Schlafes in synchronisierten Nächten (17, 86, 134, 138). Es tritt keine typische Umverteilung mit einer Zunahme des REM-Schlaf-Anteils in den ersten REM-Episoden der Nacht im Freilauf auf. In Übereinstimmung mit der Beobachtung von Zulley (138, 139) ist jedoch die erste, zweite und dritte NonREM-Episode im Freilauf kürzer als bei Synchronisation und die vierte NonREM-Episode länger. (Hier besteht allerdings nur ein geringer Unterschied zwischen den Mittelwerten bei Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber in Andechs.)

Feinberg und Floyd beobachteten, daß die fünfte NonREM-Episode wesentlich kürzer als die vierte ist (47). Dies zeigt sich auch hier unter allen Versuchsbedingungen, in denen der Proband keine Medikamente erhielt.

Es wurde nachgewiesen, daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von REM-Schlaf circadiane Veränderungen zeigt: um Mitternacht tritt nur wenig REM-Schlaf auf, in den Vormittagsstunden dagegen viel (17, 62, 138, 139). Die hier untersuchte Versuchsperson hat im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber bis zu acht REM-Episoden in der Nacht mit einem hohen REM-Schlaf-Anteil, besonders in der sechsten, aber auch in der siebenten Episode, gleichzeitig treten lange NonREM-Episoden gegen Ende der Nacht in Erscheinung. Diese Besonderheit der Schlafstruktur ist möglicherweise mit dem oben beschriebenen circadianen Modell erklärbar, denn die Ruhezeit des Probanden verlagert sich im zeit-

geberlosen Intervall viel mehr subjektiven Morgenschlaf (vgl. Abb.4, S.56), während er im Versuchsabschnitt mit Zeitgebern um 7.00 Uhr durch ein akustisches Signal geweckt wurde und die Ruhezeiten im Schlaflabor ebenfalls in den frühen Morgenstunden endeten.

Die Dauer der einzelnen NonREM-REM- und REM-NonREM-Zyklen ist auffallend variabel (vgl. Abb.12, S.85). Auch Voigtlander wies auf große intraindividuelle Schwankungen der Zyklendauer bei Schlafgestörten hin (118).

Interessant ist außerdem die Verkürzung der mittleren Dauer der NonREM-REM-Zyklen im Freilauf und bei Behandlung mit L-Tryptophan auf einen Durchschnittswert von rund 80 Minuten gegenüber 100 Minuten und mehr bei Versuchsbedingungen mit Zeitgebern in Andechs und München. Die mittlere Dauer der REM-NonREM-Zyklen ist dagegen unter allen Versuchsbedingungen annähernd gleich groß. Sie beträgt etwa 70 Minuten. Andere Autoren geben eine mittlere Zyklendauer von 90 - 100 Minuten an (27, 47, 123, 134).

Zulley beobachtete bei gesunden Probanden, daß unter Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber der erste NonREM-REM- und der erste REM-NonREM-Zyklus länger sind als unter Versuchsbedingungen mit Zeitgebern (138). Bei der schlafgestörten Versuchsperson sind die entsprechenden Zyklen im zeitgeberfreien Intervall kürzer als unter synchronisierten Versuchsbedingungen. Der zweite und dritte NonREM-REM- bzw. REM-NonREM-Zyklus ist nach Zulley im Freilauf kürzer als bei Synchronisation. Dies trifft bei dem hier untersuchten Probanden für die entsprechenden NonREM-REM-Zyklen zu, nicht aber für die REM-NonREM-Zyklen.

Insgesamt zeigt der Schlaf der Versuchsperson in einigen Nächten den normalen rhythmischen Ablauf mit einer Zunahme des REM-Schlaf-Anteils im Verlauf der Nacht. In anderen Nächten ist er auffallend verändert und läßt dann keinen rhythmischen Wechsel der REM- und NonREM-Schlafphasen und keine typische Verteilung der verschiedenen Stadien erkennen.

5.2.7 Objektive Schlafstörungen

Bei dem hier untersuchten Probanden können mittels der Schlafpolygraphie sowohl Einschlaf- als auch Durchschlafstörungen sicher nachgewiesen werden. Es handelt sich demnach um eine kombinierte Schlafstörung.

Einschlafstörungen treten sehr häufig bei Erkrankungen mit depressiven Denkinhalten psychotischen und psychogenen Ursprungs auf (16, 25, 28, 50, 114). Man nimmt an, daß die bedrückenden und sorgenvollen Gedanken die Patienten daran hindern, den zum Einschlafen nötigen Entspannungszustand zu erreichen (33, 48, 50, 66, 69, 102). Roffwarg bemerkt in diesem Zusammenhang, daß Schlafgestörte ihrem Schlaf eine so große Bedeutung beimessen, daß man die resultierende Gesundheitsstörung als "Schlaf-Neurose" bezeichnen könnte (96).

Bei der Versuchsperson lassen sich Einschlafstörungen in allen Untersuchungen objektiv nachweisen, wobei die Schlaflatenz in den einzelnen Nächten auffallend variabel ist. Vermutlich bestimmen hier psychologische und physiologische Faktoren den Einschlafzeitpunkt.

Das objektive Korrelat der Durchschlafstörung sind die häufigen Awakenings aus allen Schlafstadien, insbesondere aus dem REM-Schlaf, in Verbindung mit längeren Wachzeiten in der Nacht. Dabei fallen immer wieder längere Episoden auf, in denen die Stadien Wach und 1 einen stetigen Wechsel zeigen.

Die Schlafstruktur des Probanden ist in den einzelnen Nächten sehr unterschiedlich. Auch andere Untersucher stellten bei Schlafgestörten eine hohe Nacht-zu-Nacht-Variabilität fest (25, 50, 100, 118). In einigen Nächten ist der Schlafablauf polyzyklisch mit normaler Schlafstadienverteilung im Verlauf der Nacht, in anderen Nächten läßt sich keine Rhythmik erkennen. In diesen "schlechten" Nächten tritt nur wenig Tiefschlaf (insbesondere Stadium 4) auf und der REM-Schlaf ist stark fragmentiert.

Eine weitere Störung läßt sich beim Übergang von leichten zu tieferen Schlafstadien erkennen. Sie kommt im EEG durch häufige Wechsel der Schlafstadien 2 und 3 bzw. 3 und 4 zum Ausdruck. Insgesamt ist die Anzahl der Stadienwechsel deutlich erhöht.

Im EEG treten Wellenmuster auf, die normalerweise nicht oder nur selten gefunden werden. Hierzu gehört das wiederholte sekundenlange Auftreten von Alpha-Aktivität in den Stadien 2 und REM. Auch die hohe Anzahl von K-Komplexen, denen eine Bedeutung als "Präarousals" beigemessen wird (23, 84), ist auffällig. Möglicherweise wurden sie in An-decks durch Geräusche der Klimaanlage hervorgerufen. Im Verlauf der Nächte, in denen das EEG besonders viele atypische Wellenmuster zeigte, wurden häufig kurzfristige Tonus-erhöhungen im EMG festgestellt.

Infolge dieser Ergebnisse kann hier die Diagnose einer chronischen, kombinierten Schlafstörung mittleren Schwere-grades gestellt werden.

5.2.8 Beurteilung der Schlafqualität nach objektiven Kriterien und subjektes Schlaferleben

Bei Schlafgestörten fällt die subjektive Beurteilung der Schlafqualität oft wesentlich schlechter aus als nach der Bewertung objektiver Schlafteigenschaften anhand der polygraphischen Aufzeichnungen zu erwarten wäre (1, 23, 114, 118). Besonders häufig wird dabei die Gesamtschlafdauer unter- und die Länge der Einschlafzeit überschätzt (25, 50, 53, 68, 114, 118). Dies läßt sich möglicherweise darauf zurückführen, daß Wachzeiten sowohl vor dem Einschlafen als auch im Verlauf der Nacht in reizarmer Umgebung und bei völliger Inaktivität länger empfunden werden als sie tatsächlich sind. Schlafphasen dagegen lassen sich nicht bewußt erleben, auch kürzere Schlafepisoden zwischen aufeinanderfolgenden Wachphasen geraten in Vergessenheit und so sind am Morgen nur noch längere Wachepisoden erinnerlich (18, 68, 69, 102, 103, 118).

Finke und Schulte (48) vermuten, daß eine gesteigerte Selbstbeobachtung und gespannte Erwartungshaltung sogar nach Schlafbeginn bestehen bleiben und zu einer Verzerung des Schlaferlebens führen. Kendel und seine Mitarbeiter (68) begründen diese Art von Schlafstörungen mit einer vermehrten affektiven und vegetativen Störbarkeit: Belastende Tagesereignisse, die auch beim Gesunden gelegentlich schlafstörend wirken, seien beim Neurasthener häufiger und ausgeprägter und als eine wesentliche Ursache des verzögerten Einschlafens und der verlängerten Wachperioden anzusehen.

Ein weiterer Grund für die schlechte Beurteilung der Nächte könnte darin bestehen, daß schlafgestörte Patienten oft den Wunsch haben, wenigstens 8 Stunden lang zu schlafen, und daher eine kürzere Nacht von vornherein weniger gut beurteilen als eine längere (25, 42, 53, 68, 114).

Interessant ist die Beobachtung, daß der Schlaf im Labor bzw. im Isolationsexperiment in der Regel besser empfunden wird als zu Hause (16, 50, 84, 96, 118), was ein Hinweis auf externe Faktoren, die zur Chronizität der Schlafstörung beitragen, sein kann.

Nächte mit weniger Wachepisoden und Stadium 1, mehr Tief- und REM-Schlaf, einer längeren Schlafdauer, höherer Schlaffeffizienz und kürzerer Schlaflatenz werden dennoch besser beurteilt (18, 68). Voigtländer (118) fand heraus, daß die wenigen Patienten, die ihre tatsächliche Schlafdauer morgens fast exakt schätzten, die ganze Schlaferperiode oder wenigstens größere Abschnitte davon ohne Schlafunterbrechung verbracht hatten.

In dieser Studie ist zunächst einmal auffallend, daß die subjektive Beurteilung der Nächte zu Beginn der Untersuchung schlechter als gegen Ende ausfällt. Die besonders schlechte Beschreibung der ersten Nacht stimmt mit objektiven Kriterien überein: Die Schlaffeffizienz ist bei lan-

gen Wachphasen innerhalb der Ruhe- und der Schlafzeit sehr gering (67%) und der REM-Schlaf-Anteil extrem klein (s. Tab. 11a, 12a, 13a).

Hier handelt es sich sehr wahrscheinlich um ein Phänomen, daß in der Literatur als "First-night-effect" beschrieben wird: Versuchspersonen schlafen in der ersten Nacht im Labor schlechter als in den folgenden Nächten, brauchen länger, um einzuschlafen, wachen häufiger auf und verbringen nur eine relativ kurze Zeit im REM-Schlaf (52, 86, 118).

Eine weitere Übereinstimmung besteht zwischen der subjektiv und objektiv weniger guten Beurteilung der dritten und achten Nacht, in denen der Schlaf häufig unterbrochen wurde. Die zehnte Nacht mit häufigen Schlafunterbrechungen, in der der Proband nach objektiven Kriterien besonders schlecht geschlafen hat, wurde dagegen wesentlich besser eingestuft. Erklärbar ist das nur mit der insgesamt guten Befindlichkeit der Versuchsperson am Morgen des elften Versuchstages.

Am besten fiel die Bewertung der fünften, siebenten, elften und sechsten Nacht aus, die auch nach objektiven Maßstäben als gut bezeichnet werden können. Die Schlafeffizienz betrug zwischen 81 und 90% (vgl. Tab. 11a), mit Ausnahme der siebenten Nacht (9.09% SPT) trat vergleichsweise sehr viel Tiefschlaf auf (14.7 - 22.6% der Schlafzeit) (vgl. Tab. 13a), und in der fünften bis siebenten Nacht wurde der Schlaf nur selten von Wachperioden unterbrochen. Auch war der REM-Schlaf-Anteil in all diesen Nächten mit Werten zwischen 22.44 - 25.76% der Schlafzeit hoch.

Insgesamt ist die Übereinstimmung zwischen subjektiver und objektiver Beurteilung der Schlafqualität hier überraschend gut. Große Unterschiede ergaben sich nur bei der zweiten und zehnten Nacht, wobei erstere subjektiv schlechter und die letzte besser eingestuft wurde als nach Analyse der polygraphischen Daten zu erwarten war.

Die Schlafbeurteilung der Versuchsperson zeigt wenig Abhängigkeit von der Dauer der Ruhezeit, was im Rahmen der zeitgeberlosen Untersuchung plausibel erscheint, aber auch vom Tiefschlafanteil, der Schlaflatenz, den angegebenen registrierten Wachzeiten und dem S-1-Anteil (max. ca. 35% Übereinstimmung). Eine Übereinstimmung von rund 45% ergibt sich in Verbindung mit der Dauer der Schlafzeit, der Schlafeffizienz und der gesamten Wachzeit in der Nacht, eine Übereinstimmung von über 50% für die Anzahl der Awakenings innerhalb der Ruhe- und der Schlafzeit und dem REM-Anteil, die größte Übereinstimmung von über 60% für die 2-REM-Latenz, die 2-3-Latenz (Tiefschlaflatenz) und die Wachzeiten innerhalb der Schlafperioden (s. Tab. 37a-d).

In diesem Zusammenhang soll die subjektive Beurteilung der Schlaflatenz noch genauer betrachtet werden. Grundsätzlich bewertet sie die Versuchsperson besser als unter normalen Bedingungen, während sie die allgemeine Schlafqualität und die Durchschlafgüte ohne Ausnahme schlechter einstufte. Eine auffallend gute Übereinstimmung nach subjektiver und objektiver Bewertung besteht bei der ersten bis dritten, fünften und siebenten Nacht. Seine Einschlafzeit in der elften Nacht dagegen, die nicht länger als an den ersten drei Tagen war, empfand der Proband wesentlich länger und die der achten Nacht, die ungefähr eine Stunde in Anspruch nahm, vergleichsweise viel zu kurz. Noch größer ist die Differenz zwischen subjektiver und objektiver Beurteilung in der zehnten Nacht: Hier vergehen ca. 2.25 Stunden bis der Proband erstmalig Stadium 2 erreicht, allerdings nur 11.5 Minuten bis zum ersten Auftreten von Stadium 1, und es liegt auch hier eine auffallend gute Einschätzung vor. In der neunten, elften und zweiten Nacht ist die subjektive Einschätzung bei Schlaflatenzen zwischen ca. 1 und 1.5 Stunden eher zu niedrig, in den beiden zuletzt genannten Nächten läßt sich die etwas schlechtere Bewertung wenigstens tendenziell rechtfertigen.

Insgesamt besteht eine befriedigende Übereinstimmung zwischen der Beurteilung der Nächte nach objektiven EEG-Kriterien und ihrer subjektiven Einschätzung. Dabei ist letztere vermutlich nicht völlig unabhängig von der morgendlichen Stimmung der Versuchsperson. Steinberg und Koautoren fanden ebenfalls eine ausreichende Korrelation zwischen den subjektiven Angaben von Patienten und objektiven Meßdaten (114). Derartige Untersuchungsergebnisse sollten dazu führen, daß die Aussagen von Schlafgestörten zwar kritisch betrachtet aber in jedem Fall ernstgenommen werden sollten, vor allem im Verlauf einer Langzeit-Therapie.

Abb. 34a Objektive und subjektive Gesamtbeurteilung der einzelnen Nächte (Andechs 1982).

Abszisse: Nächte in chronologischer Reihenfolge.

Ordinate: Qualität. Je höher die Kennziffer (1-11), desto schlechter ist die Beurteilung.

Die fortlaufende Kurve gibt die subjektive, die gestrichelte Kurve die objektive Bewertung der Schlafqualität wieder.

Syn.: Versuchsbedingungen mit Zeitgebern,

Fl.: Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber.

Abb. 34b Objektive und subjektive Beurteilung der Einschlafzeit jeder Nacht (Andechs 1982).

Abb. 34b entspricht Abb. 34a.

Auf der Ordinate sind zusätzlich Prozentwerte angegeben, mit denen der Proband die Einschlafzeit beschrieb: 100% entsprechen seiner normalen Einschlafzeit, Werte unter 100% einer entsprechend kürzeren Einschlafzeit.

Abb. 34c Objektive und subjektive Beurteilung der Durchschlafgüte jeder Nacht (Andechs 1982).

Abb. 34c entspricht den Abb. 34a und 34b.

Auf der Ordinate sind hier neben den Kennziffern Prozentwerte angegeben, mit denen der Proband die Durchschlafqualität der Nächte beschrieb. 100% entsprechen der normalen, Werte unter 100% einer entsprechend schlechteren Durchschlafgüte. Zusätzlich zu den Ergebnissen der subjektiven und objektiven Beurteilung der Durchschlafqualität ist hier durch eine weitere Kurve die Häufigkeit, mit der der "Aufwach-Knopf" in der Nacht gedrückt wurde, wiedergegeben.

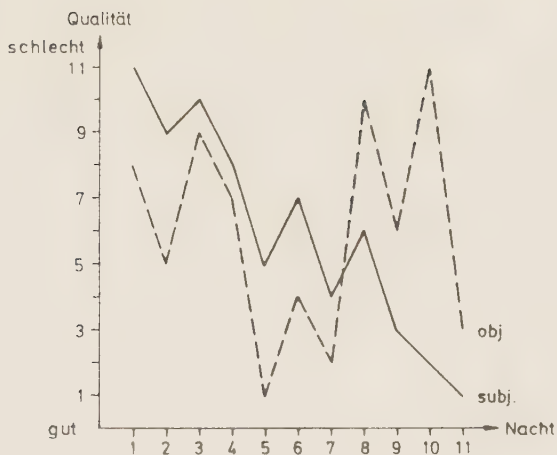


Abb. 34a Objektive und subjektive Gesamtbeurteilung der einzelnen Nächte (Andechs 1982).

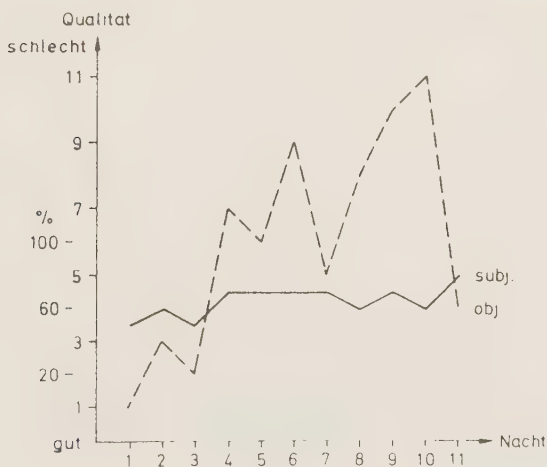


Abb. 34b Objektive und subjektive Beurteilung der Einschlafzeit jeder Nacht (Andechs 1982).

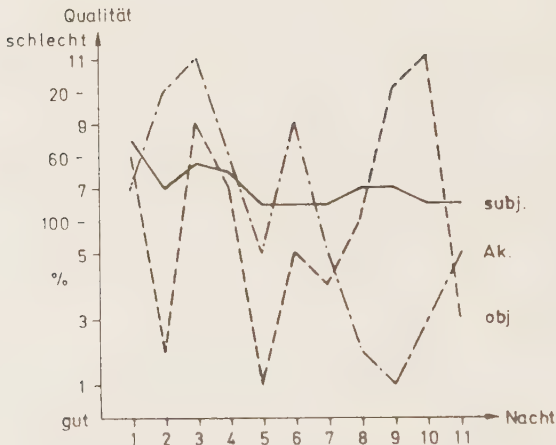


Abb. 34c Objektive und subjektive Beurteilung der Durchschlafgüte jeder Nacht (Andechs 1982).

5.3 Die Schlafstruktur in Abhängigkeit von der Periodik der Körpertemperatur und der Cortisol-Ausschüttung

5.3.1 Besonderheiten der Schlafstruktur bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Temperaturminima in der Nacht

Ein wesentliches Ergebnis dieser Untersuchung ist zum einen, daß die Temperaturminima in den einzelnen synchronisierten und freilaufenden Nächten wechselnde zeitliche Beziehungen zur Mitte der Ruhezeit haben, zum anderen, daß die Körpertemperatur bei Schlafbeginn demzufolge unterschiedlich hoch ist.

Normalerweise haben die Körpertemperatur- und die Aktivitäts-Ruhe-Periodik die gleiche Periodenlänge, so daß eine

festen Phasenbeziehung zwischen den beiden circadianen Parametern besteht mit einem charakteristischen Temperaturverlauf in der Nacht: Im 24-Stunden-Tag fällt die Temperatur während der Schlafzeit überwiegend ab, bei freilaufender Periodik steigt sie überwiegend an (13, 34, 138, 139, 141, 142, 143, 144). Zulley und andere Untersucher wiesen nach, daß Ruhezeiten, in denen das Minimum der Körpertemperatur zu Beginn der Schlafzeit auftritt, kürzer sind als Ruhezeiten mit Minima in der zweiten Hälfte der Schlafepisode (34, 51, 123, 124, 128, 138, 139, 141, 143, 144). Gleichzeitig wurde eine positive Korrelation zwischen der Höhe der Körpertemperatur beim Einschlafen und der Dauer der Schlafzeit festgestellt, das heißt, je höher die Körpertemperatur bei Schlafbeginn, desto länger dauert die Schlafepisode.

Zulley (141) und Czeisler (34) beobachteten in diesem Zusammenhang, daß Versuchspersonen, die im Freilauf in den Zustand der internen Desynchronisation gerieten, den Zeitpunkt des Zubettgehens sprunghaft in die zeitliche Nähe des Temperaturminimums verlagerten, wenn er zuvor durch die Phasenverschiebung in die Nähe des Temperaturmaximums gerückt war, denn zu diesem Zeitpunkt ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Schläfer erwacht, sehr groß (34, 51, 131, 140, 144). Man spricht hier auch von einer ungünstigen Phasenbeziehung zwischen den beiden Rhythmen. Der Phasensprung erfolgte entweder durch eine überdurchschnittliche Verlängerung der Wachzeit oder durch eine längere Schlafepisode während des subjektiven Tages, die die Probanden für einen Mittagsschlaf hielten.

In der Literatur wird auch auf einen Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Körpertemperatur in der Nacht und der Schlafstruktur hingewiesen: Bei Synchronisation, wenn die Körpertemperatur zum Zeitpunkt des Einschlafens eher hoch ist, tritt weniger REM-Schlaf in der ersten Nachthälfte auf als im Freilauf, wenn die Temperatur zu diesem Zeit-

punkt niedriger ist (17, 34, 36, 51, 138). Avery und seine Mitarbeiter fanden eine positive Beziehung zwischen der Steilheit des Temperaturanstieges in der Nacht und der REM-Latenz (17), andere Untersucher weisen noch auf Beziehungen zwischen der Amplitude der Körpertemperatur und der REM-Schlaf-Verteilung hin (59, 105).

Im Rahmen dieser Studie wurde sowohl die Beziehung zwischen allgemeinen Schlafvariablen als auch zwischen dem Vorkommen verschiedener Schlafstadien und dem nächtlichen Temperaturverlauf untersucht. Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen sind in den Tabellen 38a (allgemeine Schlafvariable) und 38b (Schlafstadien) zusammengestellt.

Die Dauer der Ruhe- und der Schlafzeiten des Probanden zeigt im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber eine schwache positive Korrelation mit der Höhe der Körpertemperatur bei Schlafbeginn und der Abweichung des Temperaturminimums von der Mitte der Ruhezeit, das heißt, in Nächten mit Minima zu Beginn der Schlafperiode bzw. niedriger Körpertemperatur bei Schlafbeginn sind Ruhe- und Schlafzeit eher kürzer als in Nächten mit späten Temperaturminima und hoher Körpertemperatur bei Schlafbeginn. Die Steilheit des Temperaturanstiegs in der Nacht läßt keinen Einfluß auf die genannten Schlafvariablen erkennen. In der nachfolgenden Abbildung 35 ist dieser Zusammenhang graphisch wiedergegeben.

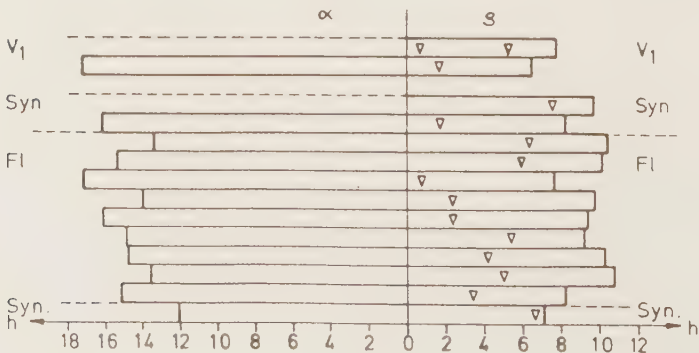


Abb. 35 Dauer der Wach- und Ruhephasen an den einzelnen Versuchstagen und Erscheinungszeitpunkte der Temperaturminima in der Nacht.

Abb. 35 Dauer der Wach- und Ruhephasen an den einzelnen Versuchstagen und Erscheinungszeitpunkte der Temperaturminima in der Nacht.

Untereinander ist die Dauer der aufeinanderfolgenden Wach- (α) und Ruhezeiten (β) bei verschiedenen Versuchsbedingungen dargestellt. Die Länge der Balken entspricht ihrer jeweiligen Dauer in Stunden (h). Die senkrechte, durchgezogene Linie zeigt das Ende der Aktivitätszyklen bzw. den Beginn der Ruhezeiten ("Licht aus") an. Die Dreiecke markieren die Erscheinungszeitpunkte der Temperaturminima im Verlauf der Nächte.

V₁: Vergleichsnächte (München 1982) / Synchronisation

Syn.: Andechs 1982 / Synchronisation

Fl.: Andechs 1982 / Freilauf

Möglicherweise besteht auch bei dem schlafgestörten Probanden die Tendenz, den Zeitpunkt des Zubettgehens in zeitliche Nähe des Temperaturminimums zu bringen. Ein Hinweis darauf könnte die Verschiebung des Ruhezeitbeginns in der zweiten und fünften Nacht sein (vgl. Abb. 35).

Bemerkenswert ist die signifikant negative Beziehung zwischen der Schlaffeffizienz und der Höhe der Körpertemperatur bei Schlafbeginn ($r = -0.58$ für $n = 9$: Andechs/ Freilauf ($n. \text{sign.}$); $r = -0.66$ für $n = 11$: Andechs/ Synchronisation (ohne die zwölfte Nacht) und Freilauf ($p < 0.05$) und $r = -0.58$ für $n = 12$: Andechs/ Synchronisation und Freilauf und die erste Nacht der Vergleichsuntersuchung in München 1982 ($p < 0.05$)).

Die Schlafstruktur läßt folgende Besonderheiten in Abhängigkeit vom Temperaturverlauf in der Nacht erkennen: In Nächten mit frühen Temperaturminima und niedriger Körpertemperatur bei Schlafbeginn verbringt der Proband einen geringeren Teil der Schlafperiode im Wachzustand ($p < 0.05$) und im Stadium 1 (für eine Bedingung $p < 0.05$: Andechs/Freilauf) und mehr Zeit in den Stadien 3 und 4 ($n. \text{sign.}$) und im REM-Schlaf (für fünf Bedingungen $p < 0.05$) als in Nächten mit späten Minima und höherer Körpertemperatur bei Schlafbeginn. Die REM-Latenz nimmt mit der Höhe der Körpertemperatur

zum Zeitpunkt des Einschlafens bzw. späterem Erscheinungszeitpunkt des Temperaturminimums in der Nacht zu (für fünf Bedingungen $p < 0.05$). Wenn die Körpertemperatur bei Schlafbeginn hoch ist, tritt wenig REM-Schlaf im ersten Drittel der Schlafperiode auf (für vier Bedingungen $p < 0.05$), ist sie niedrig, so ist der REM-Schlaf-Anteil in diesem Schlafdrittel größer.

Diese Ergebnisse stimmen tendenziell gut mit denen anderer Untersucher überein.

Die Variabilität der Schlafstruktur könnte demzufolge u.a. durch den wechselhaften Temperaturverlauf in den aufeinanderfolgenden Nächten erklärt werden.

5.3.2 Besonderheiten der Schlafstruktur bei verschiedenen Erscheinungszeitpunkten der Cortisolminima in der Nacht

Dem Nebennierenrinden-Hormon Cortisol wird allgemein eine aktivierende Wirkung auf den Organismus zugeschrieben. Demzufolge ist die Sekretion bei Belastungen verschiedener Art erhöht. Bei normaler, an den 24-Stunden-Tag angepaßter Periodik werden die höchsten Konzentrationen in den frühen Morgenstunden gefunden, wenn der Organismus in die ergotrope Phase eintritt, und die niedrigsten Konzentrationen um Mitternacht, wenn die trophotrope Ruhephase beginnt. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist für guten, erholsamen Schlaf ein Gleichgewicht der endokrinen Funktionen Voraussetzung. Eine Störung des Gleichgewichts würde dann mit schlechtem, weniger erholsamen Schlaf einhergehen. Die chronische Schlafstörung ließe sich angesichts dieser Überlegungen folgendermaßen beschreiben: Bei erhöhter Empfindlichkeit für Störfaktoren kommt es zu einer vermehrten Ausschüttung kataboler Hormone. Diese versetzen den Körper in eine erhöhte Aktionsbereitschaft, das Erregungsniveau nimmt zu. Bei gesteigerter Weckschwelle kommt Schlaf nur noch in einer veränderten, gestörten Form zustande und die Müdigkeit mit all

ihren Konsequenzen am Tage nach einer schlechten Nacht führt wiederum zu hoher Ausschüttung von Streßhormonen. Auf diese Weise entsteht ein *Circulus vitiosus*, der nicht ohne weiteres durchbrochen werden kann (vgl. 1).

Da bei dem schlafgestörten Probanden die circadiane Periodik der Cortisol-Sekretion nicht besonders stark ausgeprägt ist und er auf Belastungen sehr schnell mit hoher Cortisol-Ausschüttung reagiert, ist hier die Konzentration zum Zeitpunkt des Einschlafens in den einzelnen Nächten unterschiedlich hoch und die Minima haben verschiedene Erscheinungszeitpunkte in Bezug auf die Ruhe-Aktivitätsperiodik. Dies ist in Abbildung 36 gut zu erkennen.

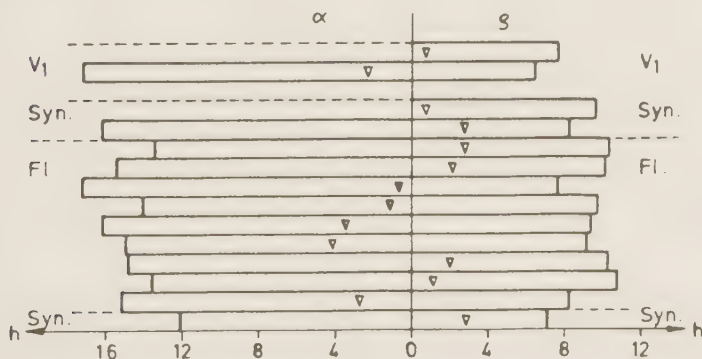


Abb. 36 Dauer der Wach- und Ruhephasen an den einzelnen Versuchstagen und Erscheinungszeitpunkte der Cortisolminima in der Nacht.

Untereinander ist die Dauer der aufeinanderfolgenden Wach- (α) und Ruhezeiten (g) bei verschiedenen Versuchsbedingungen dargestellt. Die Länge der Balken entspricht ihrer jeweiligen Dauer in Stunden (h). Die senkrechte, durchgezogene Linie zeigt das Ende der Wachperiode bzw. den Beginn der Ruhezeit ("Licht aus") an. Die Dreiecke markieren die Erscheinungszeitpunkte der Cortisol-Minima im Verlauf der einzelnen Nächte.

V₁ : Vergleichsuntersuchung München 1982 / Synchronisation

Syn.: Andechs 1982 / Synchronisation

Fl. : Andechs 1982 / Freilauf

Infolgedessen erscheint die Analyse der Schlafstruktur in Abhängigkeit von der Höhe der Cortisol-Konzentration bei Schlafbeginn, vom Erscheinungszeitpunkt des Minimums und von der Steilheit des Konzentrationsanstiegs im Verlauf der Nacht aufschlußreich. Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen sind in den Tabellen 39a (allgemeine Schlafvariable) und 39b (Schlafstadien) zusammengestellt.

Czeisler beobachtete, daß die durchschnittliche Schlafdauer bei niedriger Cortisolkonzentration in der Nacht kürzer ist als bei höherer Konzentration (34). Johns weist auf einen Zusammenhang zwischen der Cortisolkonzentration und dem Auftreten von REM-Schlaf hin: Am Morgen, wenn die Ausschüttung normalerweise zunimmt, tritt mehr REM-Schlaf auf als um Mitternacht, wenn sie gehemmt ist (63).

In dieser Untersuchung ergibt sich eine signifikant negative Beziehung zwischen der Höhe der Cortisol-Konzentration bei Schlafbeginn und der Dauer der Ruhezeit ($p < 0.05$ für die Nächte ohne Zeitgeber), das heißt, je höher die Konzentration zum Zeitpunkt des Einschlafens, desto kürzer ist die Ruhephase. In der Regel gilt das für Nächte mit Cortisol-Minima innerhalb der Schlafperiode.

Die Schlafeffizienz ist besser, wenn der Konzentrationsanstieg im Verlauf der Nacht langsam erfolgt. In diesen Nächten ist zwar die Latenz von Stadium 1 in Bezug auf den Ruhezeitbeginn ("Licht aus") länger, aber die Latenz von Stadium 2 kürzer ($p < 0.05$). Hier vergeht weniger Zeit, bis der Proband definitionsgemäß einschläft.

Ansonsten läßt sich kein weiterer Zusammenhang zwischen der Cortisol-Konzentration im Verlauf der Nacht und allgemeinen Schlafvariablen statistisch nachweisen.

Bezüglich der Schlafstruktur zeigt sich, daß weniger Stadium 1, mehr Tiefschlaf (Stadien 3 und 4) und im ersten Drittel der Schlafzeit mehr REM-Schlaf auftreten, wenn die Cortisol-Konzentration zum Zeitpunkt des Einschlafens höher ist ($p < 0.05$). Der REM-Schlaf-Anteil im ersten Nachtdrittel

zeigt darüberhinaus eine gesichert negative Beziehung zum Erscheinungszeitpunkt des Minimums und der Steilheit des nächtlichen Konzentrationsanstiegs. Dieses Stadium tritt also zu Beginn der Nacht bei langsamer Konzentrationszunahme und größerer Abweichung des Minimums von der Ruhezeitmitte häufiger auf als in Nächten mit späten Minima und steilem Konzentrationsanstieg.

Diese Beobachtung stimmt mit den Untersuchungsergebnissen von Johns und Koautoren (63) überein, daß hier grundsätzlich zwischen der Höhe der Cortisol-Konzentration und dem Auftreten von REM-Schlaf eine positive Beziehung besteht.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, daß die Schlafstruktur nicht nur vom nächtlichen Verlauf der Körpertemperatur sondern auch von der Cortisol-Konzentration beeinflusst wird. Die Tatsache, daß beide Variablen in den aufeinanderfolgenden Nächten unterschiedlich ausgeprägt sind, kann eine Erklärung für die hohe Nacht-zu-Nacht-Variabilität der Schlafstruktur bei der Versuchsperson sein.

Weitere Untersuchungen dieser Art könnten für das Verständnis, eventuell auch für die Behandlung von Schlafstörungen hilfreich sein.

5.4 Interpretation der Testergebnisse

5.4.1 Die Leistungsfähigkeit

Sehr häufig klagen Schlafgestörte über eine verminderte Leistungsfähigkeit am Tage. Deshalb ging man in vielen Untersuchungen der Frage nach, ob Schlafentzug die intellektuellen Leistungen vermindert, und fand heraus, daß zwischen Schlafdauer bzw. Schlafgüte und dem Leistungsvermögen am nächsten Tag nur eine geringe Koppelung besteht. Engel vertritt die Meinung, daß die Patienten die Auswirkungen einer verkürzten Schlafperiode auf die Leistungsfähigkeit am Tage überschätzen (42).

Auf alle Fälle ließen sich tagesperiodische Veränderungen dieser Variablen nachweisen mit Minima zwischen 2 und 5 Uhr in der Nacht und Maxima zwischen Mittag und Abend (24, 49,

78, 87, 89, 95). Tendenzielle Verschiebungen dieser Minima und Maxima werden bei der Einteilung in Morgen- und Abendtypen berücksichtigt (57, 87, 89).

Mehrere Untersucher weisen auf einen Zusammenhang zwischen dem tagesperiodischen Verlauf der Körpertemperatur und dem Leistungsvermögen hin (49, 78, 131). Folkard fand heraus, daß die Ergebnisse des Durchstreich-Tests besonders eng mit der Körpertemperatur-Periodik gekoppelt sind, während andere mnestische Funktionen seiner Meinung nach mit einer Frequenz von rund 21 Stunden durch einen endogenen Oszillator gesteuert werden (49).

Eine Untersuchung der Leistungsfähigkeit gesunder Probanden bei Versuchsbedingungen ohne Zeitgeber führte zu dem Ergebnis, daß das Leistungsverhalten während der Isolation besser ist als im normalen 24-Stunden-Tag. Möglicherweise bewirkt die Verminderung externer Stimuli eine gesteigerte Wahrnehmungsfähigkeit und Aufmerksamkeit (87).

Ausserdem läßt das Leistungsvermögen eine große Abhängigkeit von Motivation und Stimmung erkennen (79).

In dieser Studie zeigt sich eine signifikant positive Kopplung zwischen den Ergebnissen des Durchstreich- und des logischen Entscheidungs-Tests im Verlauf der Aktivitätsperiodik: Die Ergebnisse beider Tests sind zur gleichen Zeit besser bzw. schlechter (Synchronisation: $r = 0.67$; Freilauf: $r = 0.54$; $p < 0.05$). Leider wurden nachts keine Tests durchgeführt, so daß hier nur eine Aussage über die Schwankungen der Leistungsfähigkeit im Verlauf der subjektiven Tage gemacht werden kann.

Der Erscheinungszeitpunkt des Temperatur-Maximums korreliert positiv mit dem Zeitpunkt, zu dem das beste Testergebnis des Tages im logischen Entscheidungstest erzielt wurde ($r = 0.59$; $p < 0.05$). Die Tagesbestleistungen im Durchstreichtest sind dagegen vom Temperaturverlauf nur in geringem Grade abhängig. Dieses Ergebnis widerspricht den Beobachtungen Folkards.

Die Schlafeffizienz der Nacht läßt einen Zusammenhang mit den gemittelten Tagesleistungen im Durchstreich-Test erkennen ($r = -0.60$; $p < 0.05$): Diese ist nach Nächten mit vergleichsweise guter Schlafeffizienz besser. Die Tagesbestleistungen und das durchschnittliche Tagesergebnis des logischen Entscheidungs-Tests sind der Korrelationsberechnung zufolge nicht von der Schlafeffizienz abhängig.

Diese Ergebnisse stimmen mit der Hypothese überein, daß die Schlafqualität keinen entscheidenden Einfluß auf die Leistungsfähigkeit am nächsten Tag hat und diese in erster Linie von anderen Faktoren abhängig ist.

Bei dem schlafgestörten Probanden zeigt das Leistungsvermögen im Verlauf der Aktivitätsperiodik zwar deutliche Schwankungen, aber es läßt sich dabei kein unmittelbarer Zusammenhang mit anderen physiologischen Funktionen nachweisen, so daß anzunehmen ist, daß die einzelnen Rhythmen bei dieser Versuchsperson nicht eng miteinander gekoppelt sind.

5.4.2 Die subjektive Beurteilung von Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität im Verlauf der Untersuchung

Mit Hilfe von Analogskalen, auch als "Linientests" bezeichnet (41), läßt sich die momentane Stimmungslage durch einfache Strichmarkierungen zwischen den entgegengesetzten Merkmalausprägungen gut wiedergeben, ohne daß die Aussagen durch vorgegebene Antworten in eine bestimmte Richtung gelenkt werden.

Bei dem hier untersuchten Probanden fällt die geringe Variationsbreite der Strichmarkierungen, zum Teil über lange Zeiträume, auf, so daß sich die Frage ergibt, ob nur gering voneinander abweichende Werte wirklich Ausdruck von Stimmungsschwankungen oder zufällige Variationen sind. Insbesondere gilt das für die Variable "Nervosität". Eine weitere offene Frage ist die, ob die Bereiche bewußt oder unbewußt

innerhalb dieser engen Grenzen gewählt wurden, denn von Ringer untersuchte, gesunde Versuchspersonen wählten zur Beschreibung ihres augenblicklichen Wachheitsgrades in der Regel die Extrema der entsprechenden Skala (95).

Tendenziell nimmt die Müdigkeit im Verlauf der Untersuchung ab bei gleichzeitiger Zunahme von Konzentrationsfähigkeit und Zufriedenheit. Diese insgesamt positive Stimmungsänderung steht im Einklang mit persönlichen Mitteilungen des Probanden, daß er im Bunker besser geschlafen habe als zu Hause, daß er innerlich ruhiger geworden sei und seine Konzentrationsfähigkeit zugenommen habe. Es besteht jedoch ein Widerspruch zu den Ergebnissen des Morgen- und Abend-Fragebogens, wo der Schlaf grundsätzlich schlechter als gewöhnlich eingestuft wurde und die Stimmung doch größere Schwankungen im Verlauf der Untersuchung erkennen läßt. Möglicherweise sind die nonverbalen Mitteilungen über die Selbstbeurteilungsskalen objektiver als Beschreibungen mit offenen und vorgegebenen Antworten, da der Proband Beschwerden eher agraviert und Verbesserungen möglicherweise nicht ohne weiteres zugeben kann. Es könnte sich hierbei auch um den Rosenthal-Effekt handeln.

Statistisch besteht zwischen der Schlaffeffizienz der Nacht und den einzelnen Stimmungsvariablen kein gesicherter Zusammenhang (vgl. Tab.40), so daß hier wie für die Leistungsfähigkeit andere Einflußgrößen maßgebend sein müssen. Eine signifikante Beziehung läßt sich jedoch zwischen Müdigkeit und Konzentrationsfähigkeit, zwischen Müdigkeit und Zufriedenheit und zwischen Konzentrationsfähigkeit und Zufriedenheit nachweisen. Die Korrelation ist nur dann signifikant, wenn die Werte aller synchronisierten und freilaufenden Versuchstage in die Berechnung einbezogen werden, da die Einschätzung im zeitgeberfreien Intervall weniger differiert, während zwischen den Beurteilungen zu Beginn und im weiteren Verlauf der Studie deutliche Unterschiede bestehen.

Die Beurteilung der Müdigkeit unmittelbar nach dem Aufstehen und vor dem Zubettgehen fällt schlechter aus als im Verlauf der restlichen Aktivitätsperiodik. Dieses Ergebnis war vorhersehbar, da der Proband mitteilte, daß er sich nach dem Erwachen nicht gleich munter fühle und daß er im Freilauf dann zu Bett ging, wenn er müde war. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch andere Untersucher (29, 31).

Insgesamt besteht im Versuchsabschnitt ohne Zeitgeber eine enge Korrelation zwischen den Einzelvariablen im Verlauf der Aktivitätsperiodik ($p < 0.01$). Dabei deutet sich im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem synchronisierten Versuchsabschnitt eine zeitliche Vorverlagerung der besten Bewertung der Einzelvariablen an, die möglicherweise mit dem Voreilen der Körpertemperatur- und der Cortisol-Periodik zusammenhängt, ohne daß sich hier eine enge Beziehung zwischen den einzelnen Rhythmen nachweisen läßt. Czeisler dagegen stellte bei gesunden Versuchspersonen einen direkten Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Körpertemperatur und dem aktuellen Wachheitsgrad fest. Möglicherweise wäre in dieser Untersuchung ein Zusammenhang nachweisbar, wenn der Proband zur Beschreibung seiner momentanen Stimmungslage die ganzen Skalenbreiten ausgenutzt hätte und die Beurteilung der verschiedenen Variablen so unterschiedlicher ausgefallen wäre.

5.4.3 Die Stimmung morgens und abends

Neben den Analogskalen kamen Fragebogen mit vorgegebenen oder offenen Antwortmöglichkeiten zur Anwendung. Die Auswertung dieser Tests läßt ebenfalls eine Verbesserung der allgemeinen Stimmungslage im Verlauf der Untersuchung erkennen. Die Ergebnisse der Befindlichkeits-Fragebogen nach von Zerssen (Bf-S) korrelieren morgens und abends positiv ($p < 0.05$). Die Schlafeffizienz der vorherigen Nacht hat nur geringe Auswirkungen auf die Stimmungslage am nächsten Tag.

Grundsätzlich ist die Stimmung am Abend schlechter als am Morgen. Dabei kann eine positive Korrelation über alle Versuchstage mit dem Grad der Müdigkeit vor dem Zubettgehen nachgewiesen ($p < 0.05$ für $n = 12$) und demzufolge eine Abhängigkeit der Stimmung vom subjektiven Müdigkeitsgrad angenommen werden. Die Ergebnisse des Selbstbefindlichkeitsfragebogens am Abend korrelieren nicht mit den Ergebnissen des allgemeinen Abend-Fragebogens, aber morgens besteht ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen beiden Testergebnissen über alle Versuchstage ($p < 0.01$). Hier kann keine Beziehung zum Wachheitsgrad festgestellt werden, weil dieser mit nur einer Ausnahme am zweiten Versuchstag immer auf die gleiche Weise beschrieben wurde. Die Stimmungslage des Probanden scheint direkt von der subjektiv empfundenen Müdigkeit bzw. dem subjektiven Schlaferleben abhängig zu sein: Fühlt der Proband sich ausgeruht, so beschreibt er seine Befindlichkeit allgemein besser als wenn er müde und unausgeschlafen ist. Man kann davon ausgehen, daß diese Variablen bei der Stimmungsbeurteilung eine große Rolle spielen und ihnen von dem schlafgestörten Probanden eine große Bedeutung beigemessen wird. Guter Schlaf ist hier Voraussetzung für eine gute Stimmungslage. So schließt sich die Ursachenkette wieder, daß schlechter Schlaf negative Auswirkungen auf die Stimmung und diese einen ungünstigen Einfluß auf den Schlaf in der nächsten Nacht hat.

Die im Morgenfragebogen beschriebenen Träume deuten auf Konflikte hin.

Überraschend ist die Beurteilung der Schlafqualität im Morgenfragebogen, die insgesamt schlechter als erwartet ausfällt und persönlichen Mitteilungen widerspricht.

Auch stimmt die Beurteilung der Nächte nicht immer in

allen Unterpunkten überein. Dadurch entsteht der Eindruck, daß der Proband einzelne Schlafeigenschaften entweder nicht positiv empfinden oder zumindest nicht positiv verbalisieren kann und die Schlafstörung auch dadurch unterhalten werden könnte.

5.4.4 Die Persönlichkeit der Versuchsperson

Viele Untersucher fanden bei Schlafgestörten auffällige Persönlichkeitsprofile. Bei verschiedenen standardisierten Tests (sehr häufig wurde der MMPI verwendet) wurden wiederholt Erhöhungen der Depressions-, der Hysterie-, der Hypochondrie- und der Psychasthenie-Skalen festgestellt (25, 33, 42, 58, 63, 66, 114, 118). Kales (66) beschreibt Schlafgestörte als Menschen, die Belastungen verinnerlichen, weil sie diese nach außen nur schwer zum Ausdruck bringen können, Engel (42) sieht in diesen Skalenerhöhungen Tendenzen einer Person, sich übermäßig mit sich selbst zu beschäftigen, sei es auf kognitiv verarbeitender (Depression und Psychasthenie) oder auf mehr primär-somatischer Ebene (Hysterie und Hypochondrie).

Lund konnte einen Zusammenhang zwischen hoher neurotischer Tendenz und dem Auftreten von interner Desynchronisation im Freilauf nachweisen (78, 79, 87, 106). Außerdem beschreibt er eine enge Beziehung zwischen emotionaler Labilität, Unsicherheit und Irritierbarkeit und dem Auftreten funktionell-körperlicher Beschwerden (44, 79).

In diesem Zusammenhang sind auch Unterschiede zwischen Kurz- und Langschläfern interessant. Hartmann et al. beschreiben Kurzschläfer als tatkräftig, flexibel, extravertiert und eher hypomanisch, Langschläfer dagegen als ängstlich, leicht depressiv und introvertiert, insgesamt als psychopathologisch auffälliger.

Langschläfer benötigen morgens längere Zeit, bis sie sich vollständig munter fühlen und messen dem Schlaf eine größere Bedeutung zu als Kurzschläfer (58, 118, 119). Dieser Beschreibung nach hat der schlafgestörte Proband sehr viel mehr Ähnlichkeit mit Langschläfern als mit Kurzschläfern.

Allgemein deuten die Ergebnisse der Persönlichkeits-tests auf eine von der Durchschnittsbevölkerung abweichende Persönlichkeitsstruktur hin. Auffallend ist die deutlich gesteigerte Depressivität, Irritierbarkeit, emotionale Labilität und die typisch weibliche Selbstdarstellung im Freiburger-Persönlichkeits-Inventar am Anfang und Ende der Untersuchung. Die Erhöhung des Neurotizismus-Wertes im E.N.NR.-Fragebogen spricht ebenfalls für einen hohen Grad psychischer oder emotionaler Labilität (78), die des Rigiditätswertes für eine stärkere Irritabilität (87). Die Ergebnisse der Tests stimmen tendenziell gut überein. Gleichzeitig wird eine höhere Anzahl funktionell-körperlicher Beschwerden im VELA-Fragebogen angegeben. Fahrenberg (43) erstellte eine Liste von acht Faktoren, in denen die einzelnen Items zusammengefaßt werden können. Die hier angegebenen Krankheitszeichen lassen sich verschiedenen Gruppen zuordnen. Sie sind breit gestreut. Da die eingehende körperliche Untersuchung vor Beginn der Studie keinen Hinweis auf organische Erkrankungen ergab, können die Beschwerden am ehesten dadurch erklärt werden, daß der schlafgestörte Proband zum einen psychisch und physisch sehr empfindlich auf Umweltreize reagiert, und zum anderen, daß er körperlichen Mißempfindungen große Beachtung schenkt. Hierfür könnten unbewußte Ängste verantwortlich sein (43).

Interessant ist die deutliche Zunahme der Introversion im Verlauf des Isolationsexperimentes in Verbindung

mit der allgemeinen Stimmungsbesserung. Geht man davon aus, daß der Proband auf Belastungen sehr empfindlich reagiert, seine eigenen Interessen nach außen nur schlecht vertreten und wahrscheinlich nicht verwirklichen kann, so ließe sich die Schlafstörung als eine Möglichkeit, Belastungen auszuweichen, verstehen. Für diese Hypothese spricht die persönliche Mitteilung der Versuchsperson, daß sie im Bunker besser als üblich geschlafen habe und sich insgesamt dort sehr wohl gefühlt habe, und auch seine heftige psychologische und physiologische Reaktion auf das Ende der Untersuchung. Da der Kontakt bzw. die Konfrontation mit der Umwelt für den Probanden unvermeidlich ist, muß die Schlafstörung, die er selbst und auch andere akzeptieren können, als Rückzugsmöglichkeit beibehalten werden.

Der verminderte Synchronisationsgrad der einzelnen Rhythmen bei erhöhter neurotischer Tendenz ist bei dem schlafgestörten Probanden ebenfalls nachweisbar. Möglicherweise bestehen neben psychologischen Anpassungsschwierigkeiten an die Umwelt auch biologische, die wiederum die Entwicklung neurotischer Symptome fördern könnten (106).

Die einzige, erfolgversprechende Behandlungsmöglichkeit wäre infolge dieser Ergebnisse in einer langfristigen Psychotherapie zu sehen, die anfangs durchaus mit schlaffördernden Medikamenten, z.B. dem L-Tryptophan, dem auch eine leichte antidepressive und rhythmisierende Wirkung zugeschrieben wird, unterstützt werden sollte. Eine rein medikamentöse Behandlung erscheint unzulänglich.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie bestand zum einen darin, Näheres über das Schlaf-Wach-Verhalten und die circadiane und ultradiane Periodik verschiedener psychophysiologischer Variablen von chronisch Schlafgestörten unter Versuchsbedingungen mit und ohne Zeitgeber zu erfahren, zum anderen, eventuelle Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Funktionen aufzuzeigen.

Zu diesem Zweck wurde ein männlicher, zum Zeitpunkt der Untersuchung 44jähriger Proband ausgewählt, der nach eigenen Angaben seit ca. 25 Jahren an kombinierten Schlafstörungen leidet. In Anlehnung an die Klassifikation von Schlafstörungen der Association of Sleep Disorders Centers (16) handelt es sich um eine persistierende psychophysiologische Hyposomnie. Die Untersuchung erfolgte in den unterirdischen Versuchsräumen des Max-Planck-Institutes für Psychiatrie in Erling-Andechs und dauerte insgesamt 13 Tage. Sie gliedert sich in einen kürzeren Abschnitt, in dem der Proband akustische Zeitsignale erhielt (Synchronisation) und einen längeren, in dem er soweit wie möglich von allen zeitgebenden und sozialen Umweltreizen isoliert wurde (Freilauf) und die Dauer seiner Aktivitäts- und Ruhephasen selbst bestimmen konnte. Zum Vergleich stehen Meßwerte aus in München unter synchronisierten Bedingungen durchgeführten Untersuchungen zur Verfügung.

Rektaltemperatur, Gehirnaktivität, Augenbewegungen und submentaler Muskeltonus wurden ohne größere Unterbrechungen über den gesamten Versuchszeitraum gemessen, in Intervallen die Volumenausscheidung und darin die Konzentrationen des freien Cortisols und der Elektrolyte Natrium, Kalium und Kalzium bestimmt. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit machte der Proband an jedem Tag mehrmals einen Durchstreich- und einen logischen Entscheidungstest, gleichzeitig wurde seine momentane

Befindlichkeit auf Analogskalen festgehalten. An jedem Morgen und Abend füllte er einen ausführlichen Befindlichkeitsfragebogen (Bf-S) und allgemeine Fragebogen aus, die über Stimmung, das subjektive Schlaferleben und den Tagesablauf Auskunft geben. Vor und nach dem Versuch erhielt er weitere Fragebogen, in denen nach der Einstellung zu einer derartigen Untersuchung und ihren Auswirkungen gefragt wird, und standardisierte Persönlichkeitstests (FPI, E.N.NR., VELA-Fragebogen, Typologie der circadianen Phasenlage und Chronohygiene).

Die Schlafanalyse erfolgte nach den Kriterien von Rechtschaffen und Kales.

Die wichtigsten Untersuchungsergebnisse sind:

1. Im Freilauf stellt sich eine mittlere Aktivitäts-Ruhe-Periodik von 24.5 Stunden ein. Dabei verbringt der Proband weniger Zeit im Wach- und mehr Zeit im Ruhezustand als gesunde Versuchspersonen. Das Verhältnis nähert sich dem Wert 3:2.
2. Die Rektaltemperatur und die Cortisol-Konzentration verändern sich mit einer signifikanten Periodik von 24.5 und 24.3 Stunden, die Volumenausscheidung mit einer Periodik von 24.8 Stunden. Die Veränderungen der Elektrolyt-Konzentrationen sind weniger rhythmisch und die Periodenlängen weichen mehr von der der anderen physiologischen Funktionen ab. Die Extremwerte der verschiedenen Variablen haben an den einzelnen Versuchstagen unterschiedliche Erscheinungszeitpunkte in Bezug auf die Aktivitäts-Ruhe-Periodik. Zwischen den einzelnen Variablen besteht keine enge Koppelung.
3. Der Schlaf ist unter allen Versuchsbedingungen gestört bei einer hohen Nacht- zu-Nacht-Variabilität der Schlafparameter. Objektiv können überdurchschnittlich viele Awakenings aus allen Schlafsta-

dien und besonders häufig aus dem REM-Schlaf, eine sehr hohe Anzahl von Stadienwechseln in der Nacht, teilweise eine Verringerung des Stadium-4-Anteils und atypische Wellenmuster im EEG sowie eine verlängerte Einschlafzeit nachgewiesen werden. In einigen Nächten ist der rhythmische Schlafablauf gestört.

4. Zwischen der Schlafstruktur und dem nächtlichen Temperaturverlauf besteht ein Zusammenhang. Bei niedriger Körpertemperatur zum Zeitpunkt des Schlafbeginns ist die Schlafeffizienz besser. In den frei laufenden Nächten mit frühen Temperaturminima ist der Schlaf ruhiger und tiefer. Es tritt mehr REM-Schlaf auf und die REM-Latenz in Bezug auf den Einschlafzeitpunkt nimmt ab.
5. Auch die Höhe der Cortisol-Konzentration in der Nacht hat Auswirkungen auf die Schlafstruktur. Je höher die Cortisol-Konzentration bei Schlafbeginn, desto kürzer ist die Ruhezeit. Die Schlafeffizienz ist bei langsamer Konzentrationszunahme im Verlauf der Nacht besser, die Schlaflatenz kürzer. In Nächten mit höherer Cortisol-Konzentration bei Schlafbeginn tritt weniger Stadium 1, mehr Tiefschlaf und im ersten Drittel der Schlafzeit mehr REM-Schlaf auf. Der REM-Schlaf-Anteil im ersten Nachtdrittel ist in Nächten mit frühem Erscheinungszeitpunkt des Minimums und geringem Konzentrationsanstieg im Verlauf der Nacht größer als in Nächten mit späten Erscheinungszeitpunkten der Minima und steilem Konzentrationsanstieg.
6. Die Persönlichkeitstests lassen eine hohe Depressivität, Irritierbarkeit und emotionale Labilität bzw. eine erhöhte neurotische Tendenz erkennen. Die allgemeine Stimmungslage des Probanden scheint vom Grad der subjektiv empfundenen Müdigkeit bzw. dem subjektiven Schlaferleben abhängig zu sein. Es gibt

Hinweise darauf, daß der Proband dem Schlaf und körperlichen Mißempfindungen überdurchschnittliche Beachtung schenkt. Bei gesteigerter Empfindlichkeit gegenüber Belastungen, die sowohl psychologisch als auch physiologisch zum Ausdruck kommt, kann die Schlafstörung als eine Rückzugsmöglichkeit verstanden werden.

Unter Berücksichtigung sämtlicher Untersuchungsergebnisse müßte eine wirksame Therapie sowohl eine Stabilisierung der circadianen bzw. ultradianen Rhythmen bewirken als auch zu einer angemessenen Konfliktbewältigung auf kognitiver Ebene beitragen. Sie müßte demzufolge biologische und psychologische Faktoren gleichzeitig beeinflussen. Infolgedessen erscheint am ehesten eine langfristige Psychotherapie, die anfangs durch schlaffördernde Medikamente oder durch antidepressiv und anxiolytisch wirkende Pharmaka unterstützt werden sollte, für diesen Probanden eine Besserung seiner Beschwerden zu versprechen.

7. Literaturverzeichnis

1. Adam, K.:
Do poor sleepers have less restorative sleep than good sleepers? 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 346 (1984)
2. Åkerstedt, T., Gillberg, M.:
The Circadian Variation of Experimentally Displaced Sleep. Sleep 4, pp.159-169 (1981)
3. Amersham Buchler GmbH & Co KG:
Amerlex Cortisol (125j) Radioimmunoassay Kit.
Broschüre, Braunschweig (1985)
4. Aschoff, J.:
Der Tagesgang der Körpertemperatur beim Menschen.
Klin. Wochenschr. 33, S.545-551 (1955)
5. Aschoff, J.:
Zeitliche Strukturen biologischer Vorgänge.
Nova Acta Leopoldina 21, S.147-177 (1959)
6. Aschoff, J.:
Biologische Periodik als selbsterregte Schwingung.
Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen 138, S.51-79 (1964)
7. Aschoff, J.:
Physiologie biologischer Rhythmen.
Ärztl. Praxis 18, S.1569-1593 (1966)
8. Aschoff, J.:
Frage: Einfluß der Erddrehung auf den Organismus.
Deutsche medizinische Wochenschrift 41, S.1881 (1967)
9. Aschoff, J.:
Human circadian Rhythms in Activity, Body Temperature and other Functions. Life Sciences and Space Research, North Holland, Amsterdam pp.159-173 (1967)
10. Aschoff, J.:
Circadiane Periodik als Grundlage des Schlaf-Wach-Rhythmus. In: Baust, W. (Ed.): Ermüdung, Schlaf und Traum. Wissenschaftliche Verlagsgemeinschaft Stuttgart, S.59-98 (1970)
11. Aschoff, J.:
Circadian rhythms of activity and of body temperature. In: Hardy, J.D., Gagge, A.P., Stolwijk, J.A.J. (Eds.): Physiological and behavioral temperature regulation. Charles C. Thomas Publ., Springfield Illinois pp.905-919 (1970)
12. Aschoff, J.:
Eigenschaften der menschlichen Tagesperiodik. Aktuelle Probleme der Arbeitsumwelt. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Arbeitshygiene 38, S.21-43 (1970)

13. Aschoff, J., Gerecke, U., Wever, R.:
Phasenbeziehungen zwischen den circadianen Perioden der Aktivität und der Kerntemperatur beim Menschen. *Pflügers Archiv* 295, S.173-183 (1967)
14. Aschoff, J., Wever, R., Wildgruber, C.:
Circadian Control of Meal Timing during Temporal Isolation. *Naturwissenschaften* 71, pp.534 ff.(1984)
15. Askenasy, J.J.:
Circadian Aspects of Insomnia. 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 345 (1984)
16. Association of Sleep Disorders Centers:
Diagnostic Classification of Sleep and Arousal Disorders. First Edition prepared by the Sleep Disorders Classification Committee (Chairman: H.P. Roffwarg) *Sleep* 2, pp.1-137 (1979)
17. Avery, D.H., Wildschiødtz, G., Smallwood, R.G., Martin, D., Rafaelsen, O.J.:
REM Sleep and Core Temperature in Affective Disorder. pp.1-23. in press 1983.
18. Baekeland, F., Hoy, P.:
Reported vs Recorded Sleep Characteristics. *Arch. Gen. Psychiatry* 24, pp.548-551 (1971)
19. Baumgartner, A.:
Einfluß von Klima und Wetter auf den Schlaf. *Internist* 25, S.531-535 (1984)
20. Baust, W. (Ed.):
Ermüdung, Schlaf und Traum. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart (1970) und Fischer-TB-Verlag Frankfurt/M. (1971)
21. Berger, M., Doerr, P., Lund, R., Bronisch, T., Zerssen, D.v.:
Neuroendocrinological and Neurophysiological Studies in Major Depressive Disorders: Are There Biological Markers for the Endogenous Subtype? *Biological Psychiatry* 17, pp.1217-1242 (1983)
22. Berve, H., Hoff, P., Lund, R., Nedopil, N., Oefele, K.v., Rüther, E., Wever, R., Wildgruber, C.:
Zirkadiane und ultradiane Periodik der Schlaf-Wach-Organisation und psychophysiologische Variablen bei chronisch Schlafgestörten mit und ohne Zeitgeber. Projektvorstellung Ludwig-Maximilians-Universität München (1983)
23. Billiard, M.:
Polysomnography in chronic insomnia. 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 347 (1984)

24. Borbély, A.A.:
Regulationsprinzipien des Schlafes. *Internist* 25,
S.519-522 (1984)
25. Brandl, R.:
Die Wirkung der Kombination L-Tryptophan und Ox-
prenolol auf den Schlaf bei Patienten mit primärer
Insomnie. Diss. München 1982
26. Brengelmann, J.C., Brengelmann, B.L.:
Deutsche Validierung von Fragebogen der Extraver-
sion, neurotischen Tendenz und Rigidität. *Z.exp.
angew.Psychol.* 7, S.291-331 (1960)
27. Brezinová, V., Beck, U., Oswald, I.:
Sleep Cycle Duration and Timing of REM Periods
in Interrupted Night Sleep.
Int. J. Chronobiol. 3, pp.81-87 (1975)
28. Buchborn, E., Hippius, H.:
Einführung zum Thema Schlaf, Schlafstörungen und
Schlafmittel. *Internist* 25, S.517-518 (1984)
29. Buddeberg, C., Dittrich, A.:
Psychologische Aspekte des Schlafentzugs. Eine
kontrollierte Studie an Depressiven und Gesunden.
Arch. Psychiat. Nervenkr. 225, S.249-261 (1978)
30. Carskadon, M.A.:
Basics for Polygraphic Monitoring of Sleep.
In: Guilleminault, C. (Ed.): *Sleeping and Waking
Disorders: Indications and Techniques.* Addison-
Wesley Publ. Co. Menlo Park, California, pp.1-16
(1982)
31. Carskadon, M.A., Dement, W.C.:
Sleepiness and Sleep State on a 90-Min Schedule.
Psychophysiology 14, pp.127-133 (1977)
32. Carskadon, M.A., Dement, W.C., Mitler, M.M.,
Guilleminault, C., Zarcone, W.P., Spiegel, R.:
Sleep reports versus sleep laboratory findings in
122 drug-free subjects with complaints of chronic
insomnia. *Am. J. Psychiatry* 133, pp.1382-1388
(1976)
33. Coursey, R.D., Buchsbaum, M., Frankel, B.L.:
Personality Measures and Evoked Responses in
Chronic Insomniacs. *J. Abnorm. Psychol.* 84,
pp. 239-249 (1975)
34. Czeisler, C.A.:
Human Circadian Physiology: Internal Organization
of Temperature, Sleep-Wake and Neuroendocrine
Rhythms Monitored in an Environment free of Time
Cues. Ph.D.Thesis, Stanford University 1978

35. Czeisler, C.A., Borbély, A.A., Hume, K.I., Kobayashi, T., Kronauer, R.E., Schulz, H., Weitzman, E.D., Zimmerman, J.C., Zulley, J.:
Glossary of Standardized Terminology for Sleep-Biological Rhythm Research. *Sleep* 2, pp.287-288 (1980)
36. Czeisler, C.A., Zimmerman, J.C., Ronda, J.M., Moore-Ede, M.C., Weitzman, E.D.:
Timing of REM Sleep is Coupled to the Circadian Rhythm of Body Temperature in Man. *Sleep* 2, pp.329-346 (1980)
37. Dement, W.C.:
The Biological Role of REM Sleep. In: Kales, A. (Ed.): *Sleep. Physiology and Pathology. A Symposium.* J.B.Lippincott Co. Philadelphia and Toronto pp.245-265 (1969)
38. Dement, W.C.:
Foreword. In: Guilleminault, C. (Ed.): *Sleeping and Waking Disorders: Indications and Techniques.* Addison-Wesley Publ.Co. Menlo Park California, pp.XI-XVII (1982)
39. Diebold, K., Vecsei, P., Jackenkroll, R., Marquetand, D., Reindell, A.:
Untersuchungen des Plasma-Cortisols bei psychiatrischen Krankheitsgruppen. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* 226, S.29-35 (1978)
40. Dirlich, G., Kammerloher, A., Zerssen, D.v., Schulz, H., Lund, R., Doerr, P.:
Temporal coordination of mood, sleep-activity cycle, body temperature and urinary free cortisol in a patient with 48-h unipolar depressive cycles in clinical and time free environments. *Entwurf des Manuskripts für: Int.J.Chronobiol.* (Juli 1979)
41. Emrich, H.M., Lund, R., Zerssen, D.v.:
Vegetative Funktionen und körperliche Aktivität in der endogenen Depression. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* 227, S.227-240 (1979)
42. Engel, R.R., Engel-Sittenfeld, P.:
Schlafverhalten, Persönlichkeit und Schlafmittelgebrauch von Patienten mit chronischen Schlafstörungen. *Nervenarzt* 51, S.22-29 (1980)
43. Fahrenberg, J.:
Ein itemanalysierter Fragebogen funktionell-körperlicher Beschwerden (VELA). *Diagnostica* 11, S.141-153 (1965)
44. Fahrenberg, J.:
Eine statistische Analyse funktioneller Beschwerden. *Zeitschrift für psychosomatische Medizin*, S.78-85 (1966)

45. Fahrenberg, J., Selg, H., Hampel, R.:
Das Freiburger Persönlichkeitsinventar. FPI.
Hogrefe Göttingen (1973)
46. Feinberg, I.:
Effects of Age on Human Sleep Patterns.
In: Kales, A. (Ed.): Sleep: Physiology and Pathology. Lippincott Co. Philadelphia and Toronto,
pp.39-51 (1969)
47. Feinberg, I., Floyd, T.C.:
Systematic Trends Across the Night in Human Sleep
Cycles. Psychophysiol. 16, pp.283-291 (1979)
48. Finke, J., Schulte, W.:
Schlafstörungen. Ursachen und Behandlung.
Thieme Verlag Stuttgart (1979)
49. Folkard, S., Wever, R., Wildgruber, C.:
Multi-oscillatory control of circadian rhythms
in human performance. Nature 305, pp.223-226 (1983)
50. Frankel, B.L., Coursey, R.D., Buchbinder, R.,
Snyder, F.:
Recorded and Reported Sleep in Chronic Primary
Insomnia: A controlled Study. Arch. Gen. Psychiat.
33, pp.615-623 (1976)
51. Gillberg, M., Åkerstedt, T.:
Body Temperature and Sleep at Different Times of
Day. Sleep 5, pp.378-388 (1982)
52. Globus, G.G.:
Quantification of the REM Sleep Cycle as a Rhythm.
Psychophysiol. 7, pp.248-253 (1970)
53. Gnirss, F., Schneider-Helmert, D., Schenker, J.,
Winkler, V.:
Schlafstörungen bei psychisch Kranken. Nervenarzt
49, S.394-401 (1978)
54. Goldenberg, F.:
Advantages and disadvantages of different benzo-
diazepines in chronic insomnia. 7th Europ. Sleep
Congr. München, Abstracts 349 (1984)
55. Gresham, S.C., Agnew, H.W., Williams, R.L.:
The Sleep of Depressed Patients. An EEG and Eye-
Movement Study. Arch. Gen. Psychiat. 13, pp.503-
507 (1965)
56. Guilleminault, C. (Ed.):
Sleeping and Waking Disorders: Indications and
Techniques. Addison-Wesley Publ.Co. Menlo Park
California (1982)
57. Hampp, H.:
Die tagesrhythmischen Schwankungen der Stimmung
und des Antriebes beim gesunden Menschen. Archiv
f.Psychiatrie und Zeitschrift f. d. ges. Neuro-
logie 201, S.355-377 (1961)

58. Hartmann, E., Baekeland, F., Zwillling, G.R.:
Psychological Differences Between Long and Short
Sleepers. Arch. Gen. Psychiat. 26, pp.463-468
(1972)
59. Hayashi, Y., Endo, S.:
All-Night Sleep Polygraphic Recordings of Healthy
Aged Persons: REM and Slow-Wave Sleep. Sleep 5,
pp.277-283 (1982)
60. Hollwich, F., Dieckhues, B.:
Endokrines System und Erblindung. Dtsch. Med.
Wschr. 9, S.363-368 (1971)
61. Horne, J.A., Östberg, O.:
A Self-Assessment Questionnaire to Determine Mor-
ningness-Eveningness in Human Circadian Rhythms.
Int. J. Chronobiol. 4, pp.97-110 (1976)
62. Hume, K.I., Mills, J.N.:
Rhythms of REM and Slow-Wave Sleep in Subjects
living on Abnormal Time Schedules. Waking and
Sleeping 3, pp.291-296 (1977)
63. Johns, M.W., Gay, T.J.A., Masterton, J.P., Bruce, D.W.:
Relationship Between Sleep Habits, Adrenocortical
Activity and Personality. Psychosomatic Medicine 33,
pp.499-508 (1971)
64. Kales, A.:
Sleep: Physiology and Pathology. A Symposium.
Lippincott Co. Philadelphia and Toronto (1969)
65. Kales, A., Allen, C., Scharf, M.B., Kales, J.D.:
Hypnotic Drugs and their Effectiveness. All-night
EEG Studies of Insomniac Subjects. Arch. Gen.
Psychiat. 23, pp.226-232 (1970)
66. Kales, A., Caldwell, A.B., Preston, T.A., Healey, S.,
Kales, J.D.:
Personality Patterns in Insomnia. Theoretical Im-
plications. Arch. Gen. Psychiat. 33, pp.1128-1134
(1976)
67. Karacan, I. (Ed.):
Psychophysiological Aspects of Sleep. Park Ridge,
N.J., Noyes Medical Publ. (1981)
68. Kendel, K., Beck, U., Krüschke-Dubois, H.:
Die chronisch-neurasthenische Schlafstörung.
Arch. Psychiatr. Nervenkr. 216, S.201-218 (1972)
69. Knab, B., Engel, R.R.:
Nichtmedikamentöse Therapie von Hyposomnien.
Internist 25, S.539-542 (1984)
70. Koella, W.P.:
Physiologie des Schlafes. Kohlhammer Verlag Stutt-
gart (1973)

71. Kriebel, J.:
Circadiane Periodik der Catecholamine beim Menschen. *Naturwissenschaften* 57, S.500-501 (1970)
72. Kriebel, J.:
Circadiane Periodik der Nebennierenmark- und Nebennierenrindenhormone beim Menschen mit und ohne Zeitgeber. Diss. München 1971
73. Kupfer, D.J., Harrow, M., Detre, T.:
Relationship of Sleep Disorders and Accompanying Symptomatology to Depression, Age, Sex and Previous Sleep Patterns. *Psychophysiol.* 5, p.235 (1968)
74. Kupfer, D.J., Heninger, G.R.:
REM Activity as a Correlate of Mood Changes Throughout the Night. *Arch. Gen. Psychiat.* 27, pp.368-373 (1972)
75. Kupfer, D.J., Spiker, D.G., Coble, P., McPartland, R.J.:
Amitriptyline and EEG Sleep in Depressed Patients: I. Drug Effect. *Sleep* 1, pp.149-159 (1978)
76. Lavie, P.D., Kripke, F.:
Biorhythmen II: Die 90-Minuten-Uhr in uns. In: *Die Körper, die wir sind - mit Leib und Seele leben. Psychologie heute (Sonderband)* Beltz-Verlag Weinheim, S.54-58 (1985)
77. Luce, G.G.:
Körperrhythmen. *Goldmann Sachbuch Hamburg* (1973)
78. Lund, R.:
Persönlichkeitsdimension Neurotizismus, circadiane Periodik und 10-sec-Zeitschätzung. Dipl.-Arbeit Mannheim 1969
79. Lund, R.:
Circadiane Periodik physiologischer und psychologischer Variablen bei sieben blinden Versuchspersonen mit und ohne Zeitgeber. Diss. Dr.phil. München 1974
80. Lund, R.:
Personality Factors and Desynchronization of Circadian Rhythms. *Psychosomatic Medicine* 36, pp.224-228 (1974)
81. Lund, R.:
Niemand schläft die ganze Nacht - aber Schlafgestörte klagen häufiger. *Psycho* 11, S.590-593 (1980)
82. Lund, R., Rüther, L.:
Medikamentöse Behandlung von Schlafstörungen. *Internist* 25, S.543-546 (1984)
83. Lund, R., Rüther, E.:
Chronische Hyposomie. In: Faust, V. (Ed.): *Schlafstörungen: Häufigkeit, Ursachen, Schlafmittel, nichtmedikamentöse Schlafhilfen*. Hippokrates Verlag Stuttgart, S.76-83 (1985)

84. Lund, R., Rüther, E., Wever, R.:
Psychophysisch bedingte Hyposomnie eines 46-jährigen Mannes. Münchener Med. Wschr. 126, S.78-80 (1984)
85. Matussek, N.:
Neuroendokrinologische Untersuchungen bei depressiven Syndromen. Nervenarzt 49, S.569-575 (1978)
86. Moses, J., Lubin, A., Naitoh, P., Johnson, L.C.:
Reliability of Sleep Measures. Psychophysiol. 9, pp.78-82 (1972)
87. Müller-Bader, I.:
Persönliche Merkmale der Teilnehmer an Isolationsexperimenten und die Veränderungen von Persönlichkeits- und Leistungsfaktoren nach 4 Wochen zeitlicher und sozialer Isolation. Dipl.-Arbeit Psychologie München 1984
88. Nedopil, N., Rüther, E.:
Messung der Tagesaktivität mittels polygraphischer Artefaktanalyse. Vortrag Bad Hofgastein März 1978, Aktennotiz v.9.6.1978, Psychiatrische Klinik der Universität München
89. Östberg, O.:
Zur Typologie der circadianen Phasenlage. Ansätze zu einer praktischen Chronohygiene. In: Hildebrandt, G. (Ed.): Biologische Rhythmen und Arbeit. Springer-Verlag Berlin, S.117-137 (1976)
90. Parmeggiani, P.L.:
Interaction between Sleep and Thermoregulation. Waking and Sleeping 1, pp.123-132 (1977)
91. Partinen, M., Eskelinen, L., Tuomi, K.:
Epidemiology of Insomnia: Environmental Factors. 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 343 (1984)
92. Rechtschaffen, A., Kales, A. (Eds.):
A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects. Public Health Service, U.S. Government Printing Office Washington, D.C. (1968)
93. Reinberg, A.:
Biological Rhythms of Potassium Metabolism. Proceedings of the 8th Colloquium of the International Polash Institute. Uppsala 1971
94. Reinberg, A., Ghata, J., Halberg, F., Gervais, P., Abulker, C., Dupont, J., Gaudeau, C.:
Rhythmes circadiens du pouls, de la pression artérielle, des excréctions urinaires en 17-hydroxycorticostéroïdes catécholamines et potassium chez l'homme adulte sain, actif et au repos. Annales d'Endocrinologie 31, pp.277-287 (1970)

95. Ringer, C.:
Circadiane Periodik psychologischer und physiologischer Parameter bei Schlafentzug.
Diss. München 1972
96. Roffwarg, H.P.:
The complex but essential Diagnosis of psychophysiologic Insomnia. 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 344 (1984)
97. Rose, R.M., Kreuz, L.E., Holaday, J.W., Sulak, K.J., Johnson, C.E.:
Diurnal Variation of Plasma Testosterone and Cortisol. J. Endocr. 54, pp.177-178 (1972)
98. Rüther, E., Franke, H., Rustemeyer, J.:
Die Angst der Schlaflosen vor der nächsten Nacht. Ärztl. Praxis 33 (1981)
99. Rüther, E., Lund, R.:
Chronic Insomnia in a Psychiatric Outpatient Clinic. 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 348 (1984)
100. Schneider-Helmert, D.:
Heilung chronifizierter Insomnien durch Langzeittherapie mit L-Tryptophan. Deutsches Ärzteblatt 41, S.57-64 (1982)
101. Schneider-Helmert, D.:
Hypnotics: After the Benzodiazepines. 7th Europ. Sleep Congr. München, Abstracts 350 (1984)
102. Schubert, F.C.:
Schlaf und Schlafstörungen. In: Die Körper, die wir sind - mit Leib und Seele leben. Psychologie heute (Sonderband) Beltz-Verlag Weinheim, S.201-207 (1985)
103. Schulz, H.:
Methoden der Schlafforschung. Internist 25, S.523-530 (1984)
104. Schulz, H., Dirlich, G., Zulley, J.:
Phase shift in the REM-sleep rhythm. Pflügers Arch. 358, pp.203-212 (1975)
105. Schulz, H., Lund, R.:
Sleep Onset REM Episodes are Associated with Circadian Parameters of Body Temperature. A Study in Depressed Patients and Normal Controls. Biological Psychiatry 18, pp.1411-1426 (1983)
106. Schulz, H., Lund, R.:
Unser 25-Stunden-Tag. In: Die Körper, die wir sind - mit Leib und Seele leben. Psychologie heute (Sonderband) Beltz-Verlag Weinheim, S.60-65 (1985)

107. Schulz, H., Lund, R.:
On the Origin of Early REM Episodes in the Sleep of Depressed Patients: A Comparison of Three Hypotheses. *Psychiatry Research* 16, pp.65-77 (1985)
108. Schulz, H., Rüther, E.:
Schlafstörungen - ein unlösbares Problem? *Psycho* 6, S.410-411 (1980)
109. Schulz, H., Tetzlaff, W.:
REM-Schlaf-Latenz in der Depression. Protokoll eines Institutssymposiums 1981
110. Schulz, H., Zulley, J.:
The position of the final Awakening within the ultradian REM/NREM Sleep Cycle. *Sleep Research* 9, p.124 (1980)
111. Schulz, H., Zulley, J.:
The Consistency and Persistency of the REM-NREM Sleep Rhythm. In: Karacan, I. (Ed.): *Psychophysiological Aspects of Sleep*. Park Ridge, N.J., Noyes Medical Publ., pp.40-47 (1981)
112. Sieber, W.:
Synchronisierte und autonome circadiane Periodik physiologischer Funktionen bei Blinden unter besonderer Berücksichtigung des freien Urin-Cortisols. Diss. München 1976
113. Siegel, S.:
Nichtparametrische statistische Methoden. Frankfurt/M. 1976
114. Steinberg, R., Einhäupl, K., Hippius, H., Hoff, P., Nedopil, N., Oefele, K.v., Rüther, E.:
Chronische Hyposomnien in einer Schlafambulanz. *Nervenarzt* 55, S.471-476 (1984)
115. Steinberg, R., Hippius, H., Nedopil, N., Rüther, E.:
Aspekte der modernen Schlafforschung. *Nervenarzt* 55, S.461-470 (1984)
116. Taub, J.M., Globus, G.G., Phoebus, E., Drury, R.:
Extended Sleep and Performance. *Psychophysiol.* 7, p.295 (1971)
117. Vagnucci, A.I., Hesser, M.E., Kozak, G.P., Pauk, G.L., Lauter, D.P., Thorn, G.W.:
Circadian Cycle of Urinary Cortisol in Healthy Subjects and in Cushing's Syndrome. *J.Clin.Endocr.* 25, pp.1331-1339 (1965)
118. Voigtländer, C.:
Untersuchungen zur Differentialdiagnose chronischer Hyposomnien. Diss. München in Vorbereitung
119. Wagner, M.K., Mooney, D.K.:
Personality Characteristics of Long and Short Sleepers. *J.Clin.Psychol.* 31, pp.434-436 (1975)

120. Wahlländer, B.:
Wiederholter Schlafentzug bei endogener Depression. Verlauf psychopathologischer, physiologischer und biochemischer Parameter.
Diss. München 1981
121. Waniek, W., Hampel, R., Böhme, H.:
Untersuchung zur faktoriellen Gemeinsamkeit und Spezifität der FPI- und MMPI-Skalen. Zeitschrift für experimentelle u. angewandte Psychologie, Band XXIII, Heft 2, S.310-319 (1976)
122. Webb, W.B.:
The Different Functional Relationship of REM and Stage 4 Sleep. In: The Nature of Sleep, Gustav-Fischer Verlag, pp.256-258 (1973)
123. Weitzman, E.D., Czeisler, C.A., Zimmerman, J.C., Ronda, J.M.:
Timing of REM and Stages 3 + 4 Sleep During Temporal Isolation in Man. Sleep 2, pp.391-407 (1980)
124. Weitzman, E.D., Czeisler, C.A., Zimmerman, J.C., Ronda, J.M., Knauer, R.S.:
Chronobiological Disorders: Analytic and Therapeutic Techniques. In: Guilleminault, C. (Ed.): Sleeping and Waking Disorders. Indications and Techniques. Addison-Wesley Publ. Co., Menlo Park California, pp.297-329 (1982)
125. Wever, R.A.:
Internal Phase-angle Differences in Human Circadian Rhythms: Causes for Changes and Problems of Determinations. Int. J. Chronobiol. 1, pp. 371-390 (1973)
126. Wever, R.A.:
The Circadian Multi-Oscillator System of Man. Int. J. Chronobiol. 3, pp.19-55 (1975)
127. Wever, R.A.:
The Circadian System of Man: Results of Experiments under Temporal Isolation. Springer Verlag New York-Heidelberg-Berlin (1979)
128. Wever, R.A.:
Organization of the Human Circadian System: Internal Interactions. In: Wehr, T.A., Goodwin, F.K. (Eds.): Circadian Rhythms in Psychiatry. The Boxwood Press, Neurosciences Series, Los Angeles, Cal. (1983)
129. Wever, R.A.:
Properties of Human Sleep-Wake Cycles: Parameters of Internally Synchronized Free-Running Rhythms. Sleep 7, pp.27-51 (1984)

130. Wever, R.A.:
Sex differences in human circadian rhythms:
Intrinsic periods and sleep fractions.
Experientia 40, pp.1226-1234 (1984)
131. Wever, R.A.:
Internal Interactions within the Human Circadian System: The Masking Effect.
Experientia 41, pp.332-342 (1985)
132. Wever, R.A.:
Circadian Aspects of Sleep. In: Kubicki, H.(Ed.):
Methods of Sleep Research, Gustav-Fischer-Verlag
Stuttgart-New York, pp.119-151 (1985)
133. Williams, R.L., Karacan, I., Finley, W.W.:
Naps and Night Sleep. *Psychophysiol.* 7, p.295
(1971)
134. Williams, R.L., Karacan, I., Hirsch, C.J.:
Electroencephalography (EEG) of Human Sleep:
Clinical Applications. John Wiley New York (1974)
135. Wirz-Justice, A., Wever, R.A., Aschoff, J.:
Seasonality in Freerunning Circadian Rhythms in
Man. *Naturwissenschaften* 71, pp.316-319 (1984)
136. Wolferstätter, K.:
Schlafpolygraphische Untersuchungen bei antidepressiver
Behandlung mit wiederholtem Schlafentzug. Diss. med.dent. München 1980
137. Zerssen, D.v., Koeller, D.-M.:
Klinische Selbstbeurteilungs-Skalen (KSb-S) aus
dem Münchener Psychiatrischen Informations-System
(PSYCHIS München), a) Allgemeiner Teil, b) Die
Befindlichkeits-Skala. Beltz-Verlag Weinheim (1976)
138. Zulley, J.:
Der Einfluß von Zeitgebern auf den Schlaf des Menschen.
Rita G. Fischer Verlag Frankfurt/M. (1979)
139. Zulley, J.:
Distribution of REM Sleep in Entrained 24 Hour and
Free-Running Sleep-Wake Cycles. *Sleep* 2, pp.377-389
(1980)
140. Zulley, J.:
Regularity in Circadian Sleep-Wake Cycles.
Sleep Research 12, p.377 (1983)
141. Zulley, J.:
Die circadiane Steuerung des Schlafes. In:
Ferstl, R.v., Rey E.R., Vaitl, D. (Eds.)
Klinische Psychologie. Psychophysiologische Merkmale
klinischer Symptome. Bd.2: Depression und
Schizophrenie. Beltz-Verlag Weinheim (1985)

142. Zulley, J., Campbell, S.:
The coupling of sleep-wake patterns with the
rhythm of body temperature. In: Sleep '84 -
Proceedings of the Seventh European Congress
on Sleep Research, Munich. Eds.: Koella, W.P.
(Basel), Rüther, E., Schulz, H. (Munich) (1984)
143. Zulley, J., Schulz, H.:
Sleep and Body Temperature in Free-Running
Sleep-Wake Cycles. In: Sleep 1978, Fourth
Europ. Congr. on Sleep Research, Tirgu-Mures
1978, S.Karger Basel, pp.341-344 (1980)
144. Zulley, J., Wever, R.A., Aschoff, J.:
The Dependence of Onset and Duration of Sleep
on the Circadian Rhythm of Rectal Temperature.
Pflügers Arch. 391, pp.314-318 (1981)
145. Zung, W.W.K., Durham, N.C., Richards, C.B.,
Gables, C., Short, M.J.:
Self-Rating Depression Scale in an Outpatient
Clinic. Arch. Gen. Psychiat. 13, pp.508-515
(1965)
146. Zung, W.W.K., Wilson, W.P.:
The Treatment of Insomnia with Antidepressant
Drugs. Psychophysiol. 5, p.234 (1968)

Tabelle 1 (Bl.1) Gesamtübersicht der erhobenen Daten

1. Über die ges. Versuchszeit kontinuierlich gemessene Variable	EFG) EOG) EMG submental) mittels Telemetrie Rektaltemperatur (elektr. Widerstandsthermometer)	
2. Über die ges. Versuchszeit in unregelmäßigen Abständen gemessene Variable	Urin: Ausscheidungsmenge pro Stunde im Urin ausgeschiedene Elektrolyte: (flammenphotometrische Bestimmung) freies Urin-Cortisol Leistungsfähigkeit: log. Entscheidungstest) Testzeiten- E-Durchstreichtest) Registrierung Befindlichkeit: Müdigkeit) 9cm lange (Selbstbeurteilungs- Zufriedenheit) Skalen Skalen) Nervosität) Strichmar- Konzentrations-) kierung zw. fähigkeit) "groß" und Bedürfnis nach) "gering" geistiger Aktivität) Bedürfnis nach) Bewegung) Veränderungen derselben Parameter 7 vorgegebene Einstufungsmöglichkeiten	(ml/h) (mval/h) (mval/h) (mval/h) (µg/h)

Tabelle 1 (Bl.2)

3a. Nach dem Aufstehen von der Versuchsperson auszufüllende Fragebögen	Morgenfragebogen ("Nachtresümee"): Angaben über Schlaf und Träume, organisch-vegetative Störungen, Müdigkeit Bf-S-Befindlichkeitsfragebogen nach von Zerssen	
3b. Vor dem Zubettgehen von der Versuchsperson auszufüllende Fragebogen	Abendfragebogen ("Tagesresümee"): Angaben über Beschäftigung, Kontakte, Sexualität, Stimmung, Alkohol- und Tabakgenuß, Medikation, organisch-vegetative Störungen, Müdigkeit u.d.	
4a. Fragebögen vor dem Versuch	FPI (A); F.N.H.R.; VILA; Typologie der circadianen Phasenlage und Chronohygiene	
4b. Fragebögen nach dem Versuch	FPI (B); E.N.H.R.; VELA; Diagramm zur persönlichen Schätzung der Länge der Versuchstage	

Tabelle 2 Wach- und Ruhezeiten

Var. Dat.	Ruhezeit (h)	Wachzeit (h)	Ruhe-Akti- vitäts-Pe- riode τ_{AE} (h)	Aktivitäts- Ruhe-Perio- de τ_{AB} (h)	Wachzeit α	
					Ruhezeit vorher g_v	Ruhezeit nachher g_n
Synchr. 26./27.7.82 27./28.7.82	9.61 8.21	16.23	25.84	24.44	1.69	1.98
Freilauf 28./29.7.82 29./30.7.82 30./31.7.82 31.7./1.8.82 01./02.8.82 02./03.8.82 03./04.8.82 04./05.8.82 05./06.8.82	10.36 10.13 7.6 9.7 9.37 9.15 10.27 10.73 8.2	13.44 15.42 17.22 14.03 16.22 14.91 14.87 13.61 15.17	(21.65) 25.78 27.35 21.63 25.92 24.28 24.02 23.88 25.9	23.8 25.55 24.82 23.73 25.59 24.06 25.14 24.34 23.37	(1.64) 1.49 1.7 1.85 1.67 1.59 1.63 1.33 1.41	1.3 1.52 2.27 1.45 1.73 1.63 1.45 1.27 1.85
Synchr. 06./07.8.82	(7.09)	(12.13)	(20.33)	(19.22)	(1.48)	(1.71)
Mittelwert Freilauf	(n=9) 9.5 $\pm$ 1.04	(n=9) 14.99 $\pm$ 1.22	(n=8) 24.85 $\pm$ 1.76	(n=9) 24.49 $\pm$ 0.82	(n=8) 1.58 $\pm$ 0.17	(n=9) 1.61 $\pm$ 0.31

Tabelle 3a Rektaltemperatur: Minima und Maxima; Periodik

Dat.	Var.	Max	Zeit	Min	Zeit	Schwingungs- breite (°C)	Differenz(h) $T_{\min} - T_{\max}$	Periode (h) $T_{\min} - T_{\max}$
Synchron. Vergleich								
14./15.11.82		37.2	18:38	36.2	23:15/ 3:53	1.0	19.38/ 14.75	-
15./16.11.82		-	-	36.5	1:15	-	-	26.0/ 21.37
Andechs								
26./27.7.82		(36.7)	(16:30)	35.85	4:45	-	-	-
27./28.7.82		36.97	9:45	35.65	0:45	1.12	5	20.0
Freilauf								
28./29.7.82		36.78	18:30	35.65	3:00	1.13*	17.75*	26.25*
29./30.7.82		36.9	12:45	35.58	4:20	1.25	9.75	25.33
30./31.7.82		37.0	16:00	35.74	2:30	1.42	11.67	22.17
31.7./1.8.82		36.92	14:50/19:00	35.65	1:45	1.18	12.33/17.0	23.25
1./2.8.82		37.1	14:45	35.5	2:40	1.45	13.0	24.92
2./3.8.82		36.9	1:15	35.8	7:00	1.40	22.58	28.33
3./4.8.82		36.85	12:00	35.7	5:45	1.05	5.0	22.75
4./5.8.82		37.1	15:45	35.85	6:30	1.40	10.0	24.75
5./6.8.82		37.0	14:30	35.7	6:45	1.15	8.0	24.25
6./7.8.82		36.95	15:15			1.25	8.5	
Synchron.								
6./7.8.82				(35.75)	(6:20)			(23.58)*

Tabelle 4a Rektaltemperatur-Meßwerte nach Glättung: Minima und Maxima; Periodik

Var. Dat.	Max	Zeit (Phase)	Min	Zeit	Schwingungs- breite (°C)	Differenz (h) $T_{\min} - T_{\max}$	Periode (h)
Synchron. Vergleich							
14./15.11.82	37.17	18:38	36.2	23:15	0.97	19.38	26.0
15./16.11.82	-	-	36.5	1:15	-	-	
Andechs							
26./27.7.82	(36.62)	(16.30)	35.87	4:45	-	-	20.25
27./28.7.82	36.87	9:30/ 12:00	35.72	1:00	1.0	4.75/ 7.25	
Freilauf							
28./29.7.82	36.67	18:30	35.67	2:45	0.95*	17.5*	25.75*
29./30.7.82	36.78	12:30	35.67	4:00	1.11	9.75	25.25
30./31.7.82	36.97	15:30	35.78	3:00	1.3	11.5	23.0
31.7./1.8.82	36.78	14:30	35.7	2:00/ 5:00	1.0	11.5	23.0/ 26.0
1./2.8.82	36.93	15:00/ 17:00	35.62	2:30	1.23	13.0/15.0 10.0/12.0	24.5/ 21.5
2./3.8.82	36.72	1:00	35.85	6:45	1.0	22.5	28.25
3./4.8.82	36.7	15:00	35.78	6:15	0.85	6.25	23.5
4./5.8.82	36.92	15:00	35.85	6:00	1.14	8.75	23.75
5./6.8.82	36.9	14:00	35.8	6:45	1.05	8.0	24.75
6./7.8.82	36.7	15:00	-	-	0.9	8.25	
Synchron.							(23.25)*
6./7.8.82		(20:30)	(35.83)	(6:00)			

Tabelle 4b Mittelwerte und Standardabweichungen

Var. Bed.	Max	Zeit	Min	Zeit	Schwingungs- breite (°C)	Differenz(h) $T_{\min} - T_{\max}$	Periode(h) $T_{\min} - T_{\max}$
Synchron. Vergleich	(n = 1) 37.17	(n = 1) 18:38	(n = 2) 36.35 +0.21	(n = 2) 0:15 +1.41h	(n = 1) 0.97	(n = 1) 19.38	(n = 1) 26.0
Andechs	(n = 1) 36.87	(n = 1) 9:30/ 12:00	(n = 2) 35.8 +0.11	(n = 2) 2:53 +2.65h	(n = 1) 1.0	(n = 1) 4.75/ 7.25	(n = 1) 20.25
Freilauf	(n = 10) 36.81 +0.11	(n = 11) 16:05 +3.33h	(n = 9) 35.75 +0.08	(n = 10) 4:30 +1.87h	(n = 10) 1.05 +0.14	(n = 13) 12.00 +4.63	(n = 11) 24.48 +1.83
Median	36.78	15:00	35.78	4:30	1.03	11.5	24.5

Tabelle 5a Temperatur-Differenzen durch Wechsel von Aktivität und Ruhe

Variable Zeit	Licht an	Temp. +0.5h	Temp. + 1h	Temp. - Diff.	Licht aus	Temp. +0.5h	Temp. + 1h	Temp. - Diff.
26.7.82 1.Nacht					21:05	36.45	36.1	0.45
27.7.82 2.Nacht	6:57	36.1	36.2	0.5	22:55	36.2	35.9	0.4
28.7.82 3.Nacht	7:13	36.2	36.35	0.3	20:34	36.45	36.1	0.35
29.7.82 4.Nacht	7:03	35.95	36.15	0.35	22:21	36.2	35.9	0.45
30.7.82 5.Nacht	8:30	36.1	36.25	0.25	1:42	36.2	35.85	0.45
31.7.82 6.Nacht	9:21	36.15	36.3	0.45	23:20	36.15	35.85	0.3
01.8.82 7.Nacht	9:08	36.05	36.2	0.3	1:15	36.15	35.85	0.5
02.8.82 8.Nacht	10:45	36.05	36.25	0.35	1:33	36.7	36.2	0.7
03.8.82 9.Nacht	10:45	36.0	36.3	0.55	1:33	36.4	36.0	0.45
04.8.82 10.Nacht	11:56	36.2	36.4	0.45	1:26	36.4	36.1	0.4
05.8.82 11.Nacht	12:16	36.3	36.35	0.1	3:20	36.3	36.0	0.4
06.8.82 12.Nacht	11:37	36.2	36.5	0.6	23:40	36.4	36.1	0.35
07.8.82	6:44	35.8						

Tabelle 5b Temperatur-Differenzen durch Mahlzeiten und Sport

Var. Zeit	Früh- stück	Temp./ Temp. Diff. +0.5h	Mit- tag- essen	Temp./ Temp. Diff. +0.5h	Abend- brot	Temp./ Temp. Diff. +0.5h	Sport	Temp. +0.5h	Temp. Diff.
26.7.82					18:00	36.5 36.6			
27.7.82	-	-	13:45	36.55 36.6	17:50	36.5 36.45		7:30 36.2 16:30 36.65	36.6 0.4 -0.15
28.7.82	8:35	36.5	12:30	36.45 36.6	17:10	36.35 36.5		8:05 36.35 17:40 36.5	36.5 0.15 36.7 0.2
29.7.82	8:10	36.3	12:55	36.75 36.65	18:00	36.65 36.55		9:00 36.6	36.4 -0.2
30.7.82	9:45	36.35	15:25	36.95 37.0	21:10	36.5 36.65		11:10 36.1	36.45 0.35
31.7.85	10:25	36.6	16:00	36.55 36.6	20:10	36.6 36.4	-		
01.8.82	10:30	36.55	14:40	37.05 36.9	20:40	36.9 36.85		10:40 36.55	36.65 0.1
02.8.82	11:40	36.4	16:50	36.6 36.55	22:15	36.4 36.6	-		
03.8.82	11:40	36.55	17:15	36.65 36.8	22:30	36.6 36.45	-		
04.8.82	12:50	36.65	17:35	36.55 36.85	22:00	36.3 36.3	-		
05.8.82	13:05	36.4	18:50	36.6 36.45	23:55	36.35 36.2	-		
06.8.82	12:40	36.5	17:30	36.6 36.2	(20:55)	36.65 36.65	-		
07.8.82	-	36.8	-	36.2 -0.4	-	36.65 0.0	-		

Tabelle 6a Cortisol: Minima und Maxima, Periodik

Variable Zeit	Max ($\mu\text{g/h}$)	Zeit	Min ($\mu\text{g/h}$)	Zeit	Schwingungs- breite ($\mu\text{g/h}$)	Differenz (h) $C_{\min} - C_{\max}$	Periode (h) $C_{\min} - \text{min}$
26./27.7.82	(5.12)	(17:28)	1.47	21:53	(3.65)	-	-
27./28.7.82	14.66	15:25	1.17	1:30	13.49	17.53	27.62
28./29.7.82	9.01	9:36	1.6	23:25	7.41	8.13*	21.92*
29./30.7.82	12.05	11:35	1.16	0:30	10.89	12.17	25.08
30./31.7.82	8.54	5:53	1.32	1:05	7.22	5.36	24.58
31.7./1.8.82	6.64	17:25	1.94	22:15	4.70	11.38	21.17
01./02.8.82	6.14	13:15	1.11	21:50	5.03	15.00	23.58
02./03.8.82	7.03	17:25	1.99	21:25	5.04	19.58	23.63
03./04.8.82	4.94	18:35	1.24	3:35	3.70	21.12	30.12
04./05.8.82	5.33	9:08	1.44	2:33	3.89	5.55	22.97
05./06.8.82	10.44	6:05	1.13	0:38	9.31	3.53	22.08
06./07.8.82	6.46	(21:45)	0.79	2:33	5.67	(21.12)*	25.92*

Tabelle 7a
Temperatur- und Cortisol-Scheitelwerte:
Abweichung von der Mitte der Aktivitätszeit

Dat.	Var.	1/2 α	T _{min} vor	T _{max}	T _{min} nach	C _{min} vor	C _{max}	C _{min} nach
14.-16.11.82 (München)	Synchronisation	14.56 ^h 0°	-225.84°	+ 56.06°	+156.31°	-	-90.24°	+122.22°
27.7.82	Synchronisation	14.48 ^h 0°	-140.02°	- 70.36°	+146.56°	-235.68°	+ 9.08°	-157.61°
28.7.82	Freilf. (ab 4.00 ^h)	13.50 ^h 0°	-217.65°	+ 70.47°	+198.83°	-205.18°	-69.87°	+144.71°
29.7.82	Freilauf	14.39 ^h 0°	-162.56°	- 26.51°	+192.87°	-212.56°	-42.79°	+138.84°
30.7.82	Freilauf	17.06 ^h 0°	-167.98°	- 14.47°	+136.45°	-218.42°	-147.59°	+115.89°
31.7.82	Freilauf	16.19 ^h 0°	-229.85°	-24.68°/ + 40.69°	+143.05°	-253.42°	-64.68°	+ 89.97°
01.8.82	Freilauf	17.09 ^h 0°	-213.72°	- 33.31°	+134.04°	-262.3°	-54.12°	+ 65.96°
02.8.82	Freilauf	18.03 ^h 0°	-228.47°	+107.37°	+193.12°	-300.25°	- 9.41°	+ 50.95°
03.8.82	Freilauf	18.08 ^h 0°	-166.72°	- 91.85°	+166.61°	-309.48°	+ 6.45°	-135.54°
04.8.82	Freilauf	19.38 ^h 0°	-192.97°	- 53.98°	+175.11°	-223.09°	-145.05°	+111.46°
05.8.82	Freilauf	19.45 ^h 0°	-184.17°	- 72.97°	+154.11°	-239.07°	-189.96°	+ 75.26°
06.8.82	Freilf. (b. 20.00 ^h)	17.36 ^h 0°	-192.04°	- 41.59°	+1238.25°	-300.29°	(+ 77.65°)	(+167.46°)

Tabelle 7b Mittelwerte und Standardabweichung

Bed.	Var.	1/2 α	T _{min} vor	T _{max}	T _{min} nach	C _{min} vor	C _{max}	C _{min} nach
14.-16.11.82 Synchronisation (Vergl.)		(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=0)	(n=1)	(n=1)
Mittelwert u. Standardabweichung	14.56 ^h 0°		-225.84°	+ 56.06°	+156.31°	-	-90.24°	+122.22°
27./28.7.82 und 06./07.8.82		(n=1)	(n=2)	(n=1)	(n=1)	(n=2)	(n=1)	(n=1)
Synchronisation								
Mittelwert u. Standardabweichung	14.48 ^h 0°		-178.84° + 54.89°	- 70.36°	+146.56°	-220.43° + 21.57°	+ 9.08°	+157.61°
28.7.-06.8.82 Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=11)	(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=9)
Mittelwert u. Standardabweichung	17.11 ^h +2h2min 0°		-193.16° + 25.9°	- 12.8° + 61.14°	+166.02° + 25.45°	-257.65° + 37.87°	-79.69° +66.83°	+103.18° + 34.17°

Temperatur- und Cortisolseittelwerte:
Abweichung von der Mitte der Ruhezeit

Var.	1/2g (Hz)	T _{max} vor	T _{min}	T _{max} nach	C _{max} vor	C _{min}	C _{max} nach
14./15.11.82 Synchron./Vgl.	2:26 0	-	-	+233.28°	-	-	+ 89.76°
15./16.11.82 Synchron./Vgl.	2:49 0	-123.99°	- 23.74°	-	-275°	-57.83°	-
26./27.7.82 Synchronisation	1:53 0	-	+ 39.94°	+109.60	-	-	+188.54°
27./28.7.82 Synchronisation	3:01 0	-254.34°	- 33.39°	+257.58°	-170.87°	-22.34°	+110.07°
28./29.7.82 Freilauf	1:45 0	-109.48°	+ 17.44°	+153.49°	-243.37°	-35.23°	+137.21°
29./30.7.82 Freilauf	3:25 0	-206.73°	+ 12.06°	+165.57°	-223.18°	-41.11°	+ 32.46°
30./31.7.82 Freilauf	5:30 0	-195.97°	- 43.55°	+155.27°/ +224.58°	-342.82°	-64.11°	+115.06°
31.7./1.8.82 Freilauf	4:11 0	-202.44°/ -139.26°	- 36.9°	+146.65°	-239.09°	-89.97°	+125.83°
1./2.8.82 Freilauf	5:56 0	-213.85°	- 46.01°	+286.88°	-234.98°	-114.08°	+170.54°
2./3.8.82 Freilauf	6:07 0	- 72.58°	+ 13.23°	+ 88.1°	-189.4°	-129°	+186.69°
3./4.8.82 Freilauf	6:41 0	-267.97°	- 13.39°	+126.02°	-173.55°	- 44.46°	+ 34.05°
4./5.8.82 Freilauf	6:48 0	-242.52°	- 4.83°	+107.03°	-349.15°	- 68.49°	- 11.55°
5./6.8.82 Freilauf	7:26 0	-260.96°	- 10.53° (-138.35°)	-390.67°	-104.79°	(+253.39°)	

Temperatur- und Cortisolscheitelwerte: Abweichung von der Mitte der Ruhezeit;
Mittelwerte und Standardabweichungen

Bed.	Var.	T _{max} vor		T _{min}		T _{max} nach		C _{max} vor		C _{min}		C _{max} nach	
		(n=1)		(n=2)		(n=1)		(n=1)		(n=1)		(n=1)	
Synchr. Vergleich München	1/23	(n=2)		(n=1)		(n=2)		(n=1)		(n=1)		(n=1)	
	2:37 +20min	-123.99°		- 23.74°		+233.28°		-275°		- 57.83°		+ 89.76°	
Synchr. Andechs	(n=2)	(n=1)		(n=2)		(n=1)		(n=1)		(n=2)		(n=1)	
	2:27 +48min	-254.34°		+ 3.28° + 51.85°		+109.6°		-170.87°		- 22.34°		+188.54°	
Freilauf Andechs	(n=9)	(n=10)		(n=9)		(n=10)		(n=9)		(n=9)		(n=9)	
	5:19 +1h50min	-191.18° + 64.76°		- 12.5° + 24.77°		+171.12° + 64.94°		-265.13° + 76.48°		- 76.8° + 33.28°		+100.04° + 67.29°	

Tabelle 9a Ausscheidungsmenge und Harn-Elektrolyte: Natrium, Kalium und Kalzium
Bl. I Minima und Maxima; Periodik

Var.	Volumen (ml/h)		Natrium (mval/h)		Kalium (mval/h)		Kalzium (mval/h)	
	Max Zeit	Min Zeit	Max Zeit	Min Zeit	Max Zeit	Min Zeit	Max Zeit	Min Zeit
Dat.	Perio- de (h)	Perio- de (h)	Perio- de (h)	Perio- de (h)	Perio- de (h)	Perio- de (h)	Perio- de (h)	Perio- de (h)
26.7.82	(112.86) (17:28)	30.46 7:28	(7.95) (19:53)	3.57 10:15	(0.64) (19:53)	(0.49) (19:53)		
27.7.82	308.73 14:23	37.62 5:30 (22.03)	11.75 16:40	5.94 9:38 23.38*	4.42 7:28	0.89 16:40	0.59 5:30 (33.62)	
28.7.82	258.4 15:38	50.86 3:35 22.06*	28.94 15:38	7.22 8:58 23.33	7.24 15:38	1.91 15:38	0.47 19:53 14.38*	
29.7.82	318.0 14:55	44.13 0:30 20.92	24.77 16:05	5.15 10:15 25.28	5.02 16:05	1.14 14:55	0.46 19:15 23.37	
30.7.82	214.4 12:28	33.6 1:05 24.58	16.29 18:20	6.15 1:05 14.83	3.74 5:53	1.29 18:20	0.39 17:28 46.22	
31.7.82	231.53 16:08	59.8 4:08 27.05	12.7 12:25	4.17 11:00 33.92	4.0 14:13	1.35 22:15	0.5 4:08 10.67	
01.8.82	363.6 13:15	53.8 5:50 25.7	12.73 18:00	3.87 12:08 25.13	3.27 13:15	1.18 16:10	0.62 12:08 32.0	

Tabelle 9a
Bl. 2

Zeit	var.	Volumen (ml/h)		Natrium (mval/h)		Kalium (mval/h)		Kalzium (mval/h)	
		Max Zeit	Min Zeit	Max Zeit	Min Zeit	Max Zeit	Min Zeit	Max Zeit	Min Zeit
02.8.82		286.4 15:48	46.23 5:58	14.89 15:48		3.4 14:18		1.22 14:18	
03.8.82		272.57 18:35	24.17			2.96 15:08	0.6 0:00	0.46 0:00	11.87
04.8.82		227.25 19:15	45.28 9:08	4.9 17:13	29.08		0.55 18:35	0.16 18:35	18.58
05.8.82		34.39 12:08	27.0	11.26 0:33	2.0 14:43	2.99 9:08	0.68 19:15	1.2 14:43	24.67
06.8.82		368.0 16:40	49.91 13:40	14.79 6:05	1.65 12:08	4.84 6:05	1.03 12:08	1.43 18:08	29.38
07.8.82		369.6 21:45	(57.06) (24.33)(12.88)*	15.87 20:40	(7.99) (24.33)(38.42)*	5.26 9:08	1.92 22:35	1.63 20:40	(0.55) (22:35)(21.95)*
07.8.82						(4.64) (5:50)		(1.11) (23:45)	

Tabelle 10a Studienanalyse der Aktivitätszeiten:
Häufigkeit der einzelnen Stadien an jedem Versuchstag

Var.	Stadium 8 und 9 total p.Std. relat.	Stadium 7 total p.Std. relat.	Stadium 6 u. Schlaf total p.Std. relat.	Fehlzeit total p.Std. relat.
Synchron. 2. Tag	477.8 39.11 48.87%	370.5 32.83 31.88%	6 0.37 0.62%	108 6.65 11.02%
Freilauf 3. Tag	375 24.15 40.30%	434.5 37.33 53.88%	5 0.37 0.62%	41 3.05 5.08%
4. Tag	330.5 22.02 36.69%	574.5 54.01 66.69%	3 0.19 0.32%	54.5 3.53 5.89%
5. Tag	415 24.27 40.46%	405 33.55 39.34%	23.5 1.36 2.27%	184.5 10.71 17.86%
6. Tag	478.5 30.54 50.90%	330 23.52 39.22%	2 0.64 1.07%	73 5.2 8.67%
7. Tag	(F)	(F)	(F)	578.5 54.16 90.77%
8. Tag	258 17.3 23.84%	584.5 59.2 65.34%	1.5 0.1 0.17%	44 2.95 4.92%
9. Tag	232 15.6 26.0%	471.5 31.71 52.55%	11 0.74 1.23%	176.5 11.57 19.75%
10. Tag	257 19.62 32.7%	500.5 36.77 61.22%	0 0 0%	41.5 3.05 5.08%
11. Tag	279 18.39 30.65%	456 37.04 53.39%	2 0.13 0.22%	136 8.97 14.94%
Freilauf/ Synchron. 12. Tag	(290)* (23.91)*(32.85%)	363.5* 30.38* 50.63%*	3* 0.25* 0.41%*	43.5* 3.59* 5.83%*
Synchron. 13. Tag	(F)	(F)	(F)	(F)
Freilauf Mittelwert	318.35 21.49 38.52%	467.12 31.65 52.74%	6.88 0.44 0.74%	184.06(9) 11.5 2155(5) 6.7 19.17% 10.91%

Tabelle 11a Allgemeine Schlafvariable (Andechs)

var. Nacht	Licht aus	Licht an	TIB	S-1- Latenz	S-2- Latenz	SPT	TST	SE	EMA
Synchron. 1. Nacht	21:05	6:57	576.5 9.61h	26 4.51%	29 5.03%	541 93.84%	387.5 67.22%	0.67	6.5 1.13%
2. Nacht	22:55	7:13	492.5 8.21h	28.5 5.79%	29 5.89%	463 94.01%	424.5 86.19%	0.86	0.5 0.1%
Freilauf 3. Nacht	20:34	7:03	621.5 10.36h	23.5 3.78%	34.5 5.55%	586 94.29%	542.5 87.29%	0.87	1 0.16%
4. Nacht	22:21	8:30	608 10.13h	50.5 8.31%	57 9.38%	551 90.63%	518.5 85.28%	0.85	-
5. Nacht	1:42	9:21	456 7.6h	29.5 6.47%	38.5 8.44%	396 86.84%	392.5 86.07%	0.86	21.5 4.71%
6. Nacht	23:20	9:08	582 9.7h	70 12.03%	72 12.37%	503 86.43%	489.5 84.11%	0.84	7 1.2%
7. Nacht	1:15	10:45	562 9.37h	38 6.76%	38.5 6.85%	517 91.99%	507.5 90.3%	0.9	6.5 1.16%
8. Nacht	1:33	10:45	549 9.15h	60.5 11.02%	64 11.66%	471.5 85.88%	407 74.13%	0.74	13.5 2.46%
9. Nacht	1:33	11:56	616 10.27h	14 2.27%	82 13.31%	498.5 80.93%	486 78.9%	0.79	35.5 5.76%
10. Nacht	1:26	12:16	643.5 10.73h	11.5 1.79%	138.5 21.52%	498 77.39%	435 67.6%	0.68	7 1.09%
11. Nacht	3:20	11:37	492 8.2h	27.5 5.59%	29.5 6%	429.5 87.3%	400.5 81.4%	0.81	33 6.71%
Synchron. 12. Nacht	23:40	6:44	425.5 7.09h	321 75.44%	323 75.91%	101 23.74%	57 13.4%	0.13	1.5 0.35%

Tabelle 11b Allgemeine Schlafvariable (München)

Var. Datum	Licht aus	Licht an	TIB	S-1- Latenz	S-2- Latenz	SPT	TST	SE	EMA
25.01.81			498.5 8.31h	22.5 4.51%	80.5 16.15%	384 77.03%	416 83.45%	0.84	34.5 6.92%
26.01.81			421.5 7.03h	19.5 4.63%	25.5 6.05%	392.5 93.12%	387.5 91.93%	0.92	4 0.95%
27.01.81			438 7.3h	9 2.05%	73 16.67%	351.5 80.25%	371 84.7%	0.85	14 3.2%
10.02.81 1g L-Trypt.			395.5 6.59h	6 1.52%	35.5 8.98%	353 89.25%	359.5 90.9%	0.91	7.5 1.9%
11.02.81 1g L-Trypt.			349 5.82h	14.5 4.15%	15 4.3%	328.5 94.13%	326.5 93.55%	0.94	6 1.72%
11.03.81 1g L-Trypt.			329 5.48h	4 1.22%	6.5 1.98%	318 96.66%	320.5 97.42%	0.97	4.5 1.37%
12.03.81 1g L-Trypt.			370.5 6.18h	6.5 1.75%	15.5 4.18%	354.5 95.68%	362.5 97.84%	0.98	1 0.27%
08.04.81 2g L-Trypt.			338.5 5.64h	7.5 2.22%	26 7.68%	305.5 90.25%	311 91.88%	0.92	7 2.07%
09.04.81 2g L-Trypt.			339 5.65h	11 3.24%	13.5 3.98%	319.5 94.25%	305.5 90.12%	0.9	6 1.77%
04.05.81 1g L-Trypt.			360 6h	6 1.67%	18.5 5.14%	335.5 93.19%	326.5 90.69%	0.91	6 1.67%
05.05.81 1g L-Trypt.			323.5 5.39h	5.5 1.7%	13 4.02%	307.5 95.05%	315 97.37%	0.97	3 0.93%
14./15.11.82	22:35	6:18	462.5 7.71h	16.5 3.57%	22 4.76%	419.5 90.7%	370.5 80.11%	0.8	21 4.54%
15./16.11.82	23:35	6:03	388 6.47h	44 11.34%	51 13.14%	317 81.7%	198.5 51.16%	0.51	20 5.15%

Tabelle 11c Allgemeine Schlafvariable
Mittelwerte und Standardabweichungen

Bed.	Var.	Licht aus	Licht an	TIB	S-1- Latenz	S-2- Latenz	SPT	TST	SE	EMA
München 1981	Synchron. (11 Nächte)			378.45 +54.76 (6.31h) +0.91h	10.18 +6.12 -2.61% +1.28%	29.32 +24.78 -7.19% +4.94%	340.91 +29.15 -90.81% +6.43%	345.59 +35.97 -91.8% +4.77%	0.92 +0.05 -2.07% +1.77%	8.5 +9.22 -2.07% +1.77%
München 1982	Synchron. (2 Nächte)	23:05 +0.71h	6:11 +0.17h	425.25 +52.68 (7.09h) +0.88h	30.25 +19.45 -7.46% +5.49%	36.5 +20.51 -8.95% +5.93%	368.25 +72.48 -86.2% +6.36%	284.5 +121.62 -65.64% +20.47%	0.66 +0.21 -4.85% +0.43%	20.5 +0.71 -4.85% +0.43%
Andechs	Synchron. 1.u.2.Nacht (2 Nächte)	22:00 +1.3h	7:05 +0.2h	534.5 +59.4 (8.91h) +0.99h	27.25 +1.77 -5.15% +0.91%	29 +0 -5.46% +0.61%	502 +55.15 -93.93% +0.12%	406 +26.16 -76.71% +13.41%	0.77 +0.13 -0.62% +0.73%	3.5 +4.24 -0.62% +0.73%
Andechs	Freilauf 3.-11.Nacht (9 Nächte)	0:34 +2.08h	10:09 +1.83h	570 +62.59 (9.5h) +1.04h	36.11 +20.39 -6.45% +3.6%	61.61 +34.09 -10.56% +4.97%	494.5 +57.69 -86.85% +5.27%	464.33 +56.34 -81.68% +7.13%	0.82 +0.08 -2.93% +2.47%	15.63 +12.99 -2.93% +2.47%

Anmerkung: Alle Prozentwerte beziehen sich auf die Ruhezeit

Tabelle 12a Schlafstadien innerhalb der Ruhezeit (Andechts)

Var. Nacht	Wach vor SPT	Wach in SPT	Wach nach SPT	S-1 vor SPT	S-1 in SPT	S-2	S-3	S-4	RLM	S-3 Lat.	S-4 Lat.	S-R Lat.
Synchron. 26./27.7.82	26.5 4.6	156 27.06	6.5 1.13	2.5 0.43	12.5 2.17	249 43.19	44 7.63	9 1.56	70.5 12.23	50 8.67	55 9.54	263 45.62
27./28.7.82	28.5 5.79	39 7.92	0.5 0.1	0.5 0.1	21 4.26	223 45.28	55 11.17	3 0.61	121 24.57	72 14.62	91 18.48	111.5 22.64
Freilauf 28./29.7.82	27.5 4.42	50.5 8.13	1 0.16	7 1.13	29.5 4.75	331 53.26	58 9.33	4.5 0.72	111 17.86	85.5 13.76	96 15.45	128 20.6
29./30.7.82	52 8.55	37.5 6.17	0 (F1)	5 0.82	51.5 8.47	288.5 47.45	23 3.78	0	79.5 13.08	68.5 11.27	0	136.5 22.45
30./31.7.82	34.5 7.57	7.5 1.64	21.5 4.71	4 0.88	7 1.54	188.5 41.34	63.5 13.93	26 5.7	102 22.37	40 8.77	47 10.31	91 19.96
31.7./1.8.82	70 12.03	15.5 2.66	7 1.2	2 0.34	8 1.37	282 48.45	56 9.62	18 3.09	122.5 21.05	84 14.43	91 15.64	126 21.65
01./02.8.82	38 6.76	10 1.78	6.5 1.16	0.5 0.09	13.5 2.4	329.5 58.63	46 8.19	1 0.18	116 20.64	49.5 8.81	77.5 13.79	84 14.95
02./03.8.82	60.5 11.02	68 12.39	13.5 2.46	3.5 0.64	23.5 4.28	243.5 44.35	43 7.83	2 0.36	87 15.85	86.5 15.76	114 20.77	135 24.59
03./04.8.82	61.5 9.98	33 5.36	35.5 5.76	20.5 3.33	32 5.19	312 50.65	19.5 3.17	0	99 16.07	105.5 17.13	0	132 21.43
04./05.8.82	127.5 19.8	74 11.5	7 1.09	11 1.71	23.5 5.05	280.5 43.59	34.5 5.36	6.5	78 12.12	207.5 32.25	246.5 38.31	221 34.34
05./06.8.82	28.5 5.79	30 6.1	33 6.71	1 0.2	12 2.44	211.5 42.99	29.5 6	48.5	97 19.72	47.5 9.65	51 10.37	90.5 18.39
Synchron. 05./07.8.82	321.5 75.56	45.5 10.69	1.5 0.35	1.5 0.35	2.5 0.59	25 5.88	25 5.88	0	3 0.71	334 78.5	0	371.5 87.31

Anmerkung:

Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB).

Die Latenzen umfassen die Zeit vom Beginn der Ruhezeit (TIB) bis zum ersten

Auftreten des jeweiligen Schlafstadiums.

Tabelle 12b

Schlafstadien innerhalb der Ruhezeit (München)

Nacht	Var.	Wach insg.	Wach vor SPT	Wach in SPT	Wach nach SPT	S-1 insg. v. SPT in SPT	S-1	S-2	S-3	S-4	SWS	REM	S-3- Lat.	S-4- Lat.	S-R- Lat.	TIB	
25.01.81		82.5 %16.55	35.5 7.12	12.5 2.51	34.5 6.92	103 20.66	44.5 8.93	58.5 11.74	190 38.11	45.5 9.13	1 0.2	46.5 9.33	74 14.84	90.5 18.15	132.5 26.58	155.5 31.19	498.5 100
26.01.81		34 %8.07	19 4.51	11 2.61	4 0.95	38 9.02	6 1.42	32 7.59	226 53.62	52 12.34	0	52 12.34	68.5 16.25	-	-	104 24.67	421.5 100
27.01.81		67 %15.3	38 8.68	15 3.42	14 3.2	59.5 13.58	34.5 7.88	25 5.71	203 46.35	36.5 8.33	0.5 0.11	37 8.45	87 15.64	117 19.86	159 36.3	159 36.3	438 100
10.02.81	lg L-Trypt.	36 %9.1	25 6.32	3.5 0.88	7.5 1.9	25 6.32	10 2.53	15 3.79	141 35.65	51.5 13.02	16.5 4.17	68 17.19	50 30.97	58.5 12.64	106 14.79	395.5 26.8	100
11.02.81	lg L-Trypt.	22.5 %6.45	14 4.01	2.5 0.72	6 1.72	6.5 1.86	0.5 0.14	16 1.72	179 51.29	50.5 14.47	0	50.5 14.47	88.5 25.36	24 6.88	-	60.5 17.34	349 100
11.03.81		8.5 %2.58	4 1.22	0 0	4.5 1.37	17.5 5.32	2.5 0.76	15 4.56	201 61.09	33.5 10.18	0	33.5 10.18	63 19.15	20 6.08	-	65 19.76	329 100
12.03.81	lg L-Trypt.	8 %2.16	6 1.62	1 0.27	1 0.27	51.5 13.9	9 2.43	42.5 11.47	207.5 55.87	2 0.54	0	2 0.54	98 26.45	46 12.42	-	68.5 18.49	370.5 100
08.04.81	29 L-Trypt.	27.5 %8.12	20 5.91	0.5 0.15	7 2.07	35.5 10.49	5.5 1.62	30 8.86	181.5 53.62	19.5 5.76	0	19.5 5.76	69.5 20.53	53 15.66	-	84.5 24.96	338.5 100
09.04.81	29 L-Trypt.	33.5 %9.88	11 3.24	16.5 4.87	6 1.77	60 17.7	2.5 0.74	57.5 16.96	160.5 47.35	11.5 3.39	0	11.5 3.39	70 20.65	101.5 29.94	-	79.5 23.45	339 100
04.05.81	lg L-Trypt.	33.5 %9.31	7.5 2.08	20 5.56	6 1.67	55.5 15.42	11 3.06	44.5 12.36	198 55	1 0.28	0	1 0.28	67.5 18.75	124 34.44	-	75.5 20.97	360 100
05.05.81	lg L-Trypt.	8.5 %2.63	5.5 1.7	0 0	3 0.93	27.5 8.5	7.5 2.32	20 6.18	166 51.31	31 9.58	0	31 9.58	86 26.88	26.5 8.19	-	108 33.38	323.5 100
14./15.11.82		92 %19.89	16.5 3.57	54.5 11.78	21 4.54	37.5 8.11	5.5 1.19	32 6.92	215 46.49	32.5 7.03	0.5 0.11	33 7.14	84 18.16	48.5 10.49	62.5 13.51	97.5 21.08	462.5 100
15./16.11.82		189.5 %48.84	48 12.37	121.5 31.31	20 5.15	15.5 3.99	3 0.77	129.5 32.22	37 28.22	37 9.54	0.5 0.13	36 9.66	107 27.58	242.5 62.5	253.5 65.34	388 100	

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB).
Die Latenzen umfassen den Zeitraum vom Beginn der Ruhezeit (TIB) bis zum ersten Auftreten des jeweiligen Schlafstadiums.

Tabelle 12c Schlafstadien innerhalb der Ruhezeit
Blatt 1 Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	S-0 (Wach)				S-1			
		insq.	vor SPT	in SPT	nach SPT	insq.	vor SPT	in SPT	
München 1981									
Synchron.		32.86	16.86	7.5	8.5	43.59	12.14	31.45	
(11 Nächte)		+23.45	+11.91	-7.59	+9.22	+26.48	+14.11	+17.51	
		-8.2%	4.22%	-1.91%	-2.07%	-11.16%	-2.89%	-8.27%	
		+4.77%	+2.52%	+2.02%	+1.77%	+5.66%	+2.87%	+4.51%	
München 1982									
Synchron.		140.75	32.25	88	20.5	26.5	4.25	22.25	
(2 Nächte)		-65.94	+22.27	+47.38	+0.71	+15.56	+1.77	+13.79	
		-34.37%	-7.97%	-21.55%	-4.85%	-6.05%	-0.99%	-5.07%	
		+48.6%	+6.22%	+13.81%	+0.43%	+2.91%	+0.3%	+2.62%	
Andechs									
Synchron.		128.5	27.5	97.5	3.5	18.25	1.5	16.75	
(1. und 2. Nacht)		+85.56	+1.41	+82.73	+4.24	+4.6	+1.41	+6.01	
2 Nächte		-23.3%	-5.2%	-17.49%	-0.62%	-3.49%	-0.27%	-3.22%	
		+13.41%	+0.84%	+13.53%	+0.87%	+1.25%	+0.23%	+1.48%	
Andechs									
Freilauf		105.67	55.56	36.22	16.63	28.33	6.06	22.28	
(3. - 11. Nacht)		+47.74	+31.05	+24.07	+13.04	+17.89	+6.31	+14.25	
9 Nächte		-18.32%	-9.55%	-6.19%	-2.91%	-4.8%	-1.07%	-3.94%	
		+8.25%	+4.56%	+3.93%	+2.47%	+2.75%	+1%	+2.27%	
					(n-h)				

Bed.	Var.	S-2	S-3	S-4	SWS	S-5 (REM)	S-3- Latenz	S-4- Latenz	S-R- Latenz	TIB
München 1981 Synchron. (11 Nächte)		186.68 +24.24 49.93% +10.55%	30.41 +19.33 7.91% +4.86%	1.64 +14.22 0.41% +1.25%	32.05 +21.71 8.32% +5.43%	79.64 +17.87 21.38% +5.25%	62.82 +34.39 16.41% +9.03%	102.67 +39.03 22.69% +6.84% (n=3)	96.91 +34.07 25.21% +6.21%	378.45 +54.76
München 1982 Synchron. (2 Nächte)		162.25 +74.6 37.36% +12.92%	34.75 +3.18 8.29% +1.77%	0.5 +0 0.12% +0.01%	35.25 +3.18 8.4% +1.78%	60 +33.94 13.72% +6.28%	77.75 +41.37 19.04% +12.08%	152.5 +127.28 38.01% +34.64%	175.5 +10.31 53.75% +16.39%	425.25 +52.68
Andechs Synchron. (1. und 2. Nacht) 2 Nächte		236 +18.38 44.24% +1.48%	49.5 +7.78 9.4% +2.5%	6 +4.24 1.09% +0.67%	55.5 +3.54 10.49% +1.83%	95.75 +35.71 18.4% +8.73%	61 +15.56 11.65% +4.21%	73 +25.46 14.01% +6.32%	187.25 +107.13 34.13% +16.25%	534.5 +59.4
Andechs Freilauf (3.-11. Nacht) 9 Nächte		274.11 +58.52 47.86% +5.59%	41.44 +15.84 7.47% +3.34%	11.83 +16.43 2.32% +3.33%	53.28 +24.38 9.79% +5.46%	99.11 +15.67 17.64% +3.61%	86.06 +50.48 14.65% +7.27%	103.29 +67.57 17.81% +9.72% (n=7)	127.11 +41.07 22.04% +5.34%	570 +62.59

Anmerkung:

Bei der Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen von den Versuchsnächten in Andechs mit Zeitgebern (Synchronisation) bleibt die 12. Nacht unberücksichtigt, weil die Versuchsperson in dieser Nacht außergewöhnlich wenig schlief.
Die Berechnungen wurden mit allen verfügbaren Werten vorgenommen. Weicht die Zahl der für die Berechnungen verwandten Werte von der in der 1. Spalte (Bedingung) angegebenen Anzahl der Nächte ab, so ist die Zahl der Werte in Klammern unter den Berechnungen vermerkt.

Tabelle 13a Schlafstadien innerhalb der Schlafzeit (Andechs)

Var. Nacht	Wach	S-1	S-2	S-3	S-4	SWS	REM	MT	2-3- Latenz	2-4- Latenz	2-R- Latenz	SP1
Synchron. 26./27.7.82	156 28.84	12.5 2.31	249 46.03	44 8.13	9 1.66	53 9.8	70.5 13.03	-	21 3.88	26 4.81	234 43.25	541 100
27./28.7.82	39 8.42	21 4.54	223 48.16	55 11.88	3 0.65	58 12.53	121 26.13	1 0.22	43 9.29	62 13.39	82.5 17.82	463 100
Freilauf												
28./29.7.82	50.5 8.62	29.5 5.03	331 56.48	58 9.9	4.5 0.77	62.5 10.67	111 18.94	1.5 0.26	51 8.7	61.5 10.49	93.5 15.96	586 100
29./30.7.82	37.5 6.81	51.5 9.35	288.5 52.36	23 4.17	0 0	23 4.17	79.5 14.43	2 0.36	11.5 2.09	-	79.5 14.43	551* 100
30./31.7.82	7.5 1.89	7 1.77	188.5 47.6	63.5 16.04	26 6.57	89.5 22.6	102 25.76	1.5 0.38	1.5 0.38	8.5 2.15	52.5 13.26	396 100
31.7./01.8.82	15.5 3.08	8 1.59	282 56.06	56 11.13	18 3.58	74 14.71	122.5 24.35	1 0.2	12 2.39	19 3.78	54 10.74	503 100
01./02.8.82	10 1.93	13.5 2.61	329.5 63.73	46 8.9	1 0.19	47 9.09	116 22.44	1 0.19	11 2.13	39 7.54	45.5 8.8	517 100
02./03.8.82	68 14.42	23.5 4.98	243.5 51.64	43 9.12	2 0.42	45 9.54	87 18.45	4.5 0.95	22.5 4.77	50 10.6	71 15.06	471.5 100
03./04.8.82	33 6.62	32 6.42	312 62.59	19.5 3.91	0 0	19.5 3.91	99 19.86	3 0.6	23.5 4.71	-	50 10.03	498.5 100
04./05.8.82	74 14.86	23.5 4.72	280.5 56.33	34.5 6.93	6.5 1.31	41 8.23	78 15.66	1 0.2	69 13.86	108 21.69	82.5 16.57	498 100
05./06.8.82	30 6.98	12 2.79	211.5 49.24	29.5 6.87	48.5 11.29	78 18.16	97 22.58	1 0.23	18 4.19	21.5 5.01	61 14.2	429.5 100
Synchron. 06./07.8.82	45.5 45.05	2.5 2.48	25 24.75	25 24.75	0 0	25 24.75	3 2.97	-	11 10.89	-	48.5 48.02	101 100

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die Schlafzeit SP1 vom ersten Schlafstad.2 der Nacht bis zum letzten Schlafstad.1,2,3,4 o.R.der Nacht.

Die Latenzen umfassen den Zeitraum vom ersten Schlafstad.2 der Nacht bis zum darauf folgenden Auftreten des jeweiligen Schlafstad. (3,4 und R).

*) Die vierte Nacht (29./30.7.82) enthält am Ende 69min fehlzeit!

Schlafstadien innerhalb der Schlafzeit (München)

Var.	Wach	S-1	S-2	S-3	S-4	SWS	REM	MT	2-3- Latenz	2-4- Latenz	2-R- Latenz	SPT
Nacht												
25.01.81	12.5	58.5	190	45.5	1	46.5	74	2.5	11	52.5	76	384
%	3.26	15.23	49.48	11.85	0.26	12.11	19.27	0.65	2.86	13.67	19.79	100
26.01.81	11.	32	226	52	0	52	68.5	3	44	-	79.5	392.5
%	2.8	8.15	57.58	13.25	0	13.25	17.45	0.76	11.21	-	20.25	100
27.01.81	15	25	203	36.5	0.5	37	68.5	3	15	45	87	351.5
%	4.27	7.11	57.75	10.38	0.14	10.53	19.49	0.85	4.27	12.8	24.75	100
10.02.81	3.5	15	141	51.5	16.5	68	122.5	3	15.5	24	71.5	353
1g L-Trypt.	0.99	4.25	39.94	14.59	4.67	19.26	34.7	0.85	4.39	6.8	20.25	100
11.02.81	2.5	6	179	50.5	0	50.5	88.5	2	9.5	-	46	328.5
1g L-Trypt.	0.76	1.83	54.49	15.37	0	15.37	26.94	0.61	2.89	-	14	100
11.03.81	0	15	201	33.5	0	33.5	63	5.5	13.5	-	58.5	318
1g L-Trypt.	0	4.72	63.21	10.53	0	10.53	19.81	1.73	4.25	-	18.4	100
12.03.81	1	42.5	207	2	0	2	98	4	31	-	53.5	354.5
1g L-Trypt.	0.28	11.99	58.39	0.56	0	0.56	27.64	1.13	8.74	-	15.09	100
08.04.81	0.5	30	181.5	19.5	0	19.5	69.5	4.5	27	-	58.5	305.5
29 L-Trypt.	0.16	9.82	59.41	6.38	0	6.38	22.75	1.47	8.84	-	19.15	100
09.04.81	16.5	57.5	160.5	11.5	0	11.5	70	3.5	88	-	66	319.5
29 L-Trypt.	5.16	18	50.23	3.6	0	3.6	21.91	1.1	27.54	-	20.66	100
04.05.81	20	44.5	198	1	0	1	67.5	4.5	105.5	-	57	335.5
1g L-Trypt.	5.96	13.26	59.02	0.3	0	0.3	20.12	1.34	31.45	-	16.99	100
05.05.81	0	20	166	31	0	31	86	4.5	13.5	-	95	307.5
1g L-Trypt.	0	6.5	53.98	10.08	0	10.08	27.97	1.46	4.39	-	30.89	100
14./15.11.82	54.5	32	215	32.5	0.5	33	84	1	26.5	40.5	75.5	419.5
%	12.99	7.63	51.25	7.75	0.12	7.87	20.02	0.24	6.32	9.65	18	100
15./16.11.82	121.5	12.5	109.5	37	0.5	37.5	36	0	56	191.5	202.5	317
%	38.33	3.94	34.54	11.67	0.16	11.83	11.36	0	17.67	60.41	63.88	100

Tabelle 13c Schlafstadien innerhalb der Schlafzeit
Mittelwerte und Standardabweichungen für verschiedene Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	Wach	S-1	S-2	S-3	S-4	SWS	REM	MT	2-3- Latenz	2-4- Latenz	2-R- Latenz	SPT
München 1981 Synchron. (11 Nächte)		7.5	31.45	186.68	30.41	1.64	32.05	79.64	4.44	33.95	40.5	68.05	340.91
		+7.59	+17.51	+24.24	+19.33	+14.22	+21.71	+17.87	+1.35	+32.95	+14.77	+15.16	+29.15
		-7.15%	-9.17%	-54.86%	-8.81%	-0.46%	-9.27%	-23.46%	-1.09%	-10.08%	-11.09%	-20.02%	
		+2.23%	+5%	+6.4%	+5.35%	+1.4%	+6.01%	+5.23%	+0.37%	+10.01%	+3.74%	+4.63%	
München 1982 Synchron. (2 Nächte)		88	22.25	162.25	34.75	0.5	35.25	60	0.5	41.25	116	139	368.25
		+47.38	+13.79	+74.6	+3.18	+0	+3.18	+33.94	+0.71	+20.86	+106.77	+89.8	+72.48
		-25.66%	-5.79%	-42.9%	-9.71%	-0.14%	-9.85%	-15.69%	-0.12%	-12%	-35.03%	-40.94%	
		+17.92%	+2.61%	+11.82%	+2.77%	+0.03%	+2.8%	+6.12%	+0.17%	+8.03%	+35.89%	+32.44%	
Andechs Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)		97.5	16.75	236	49.5	6	55.5	95.75	0.5	32	44	158.25	502
		+82.73	+6.01	+18.38	+7.78	+4.24	+3.54	+35.71	+0.71	+15.56	+25.46	+107.13	+55.15
		-18.63%	-3.43%	-47.1%	-10.01%	-1.16%	-11.17%	-19.58%	-0.11%	-6.59%	-9.1%	-30.54%	
		+14.44%	+1.58%	+1.51%	+2.65%	+0.71%	+1.93%	+9.26%	+0.16%	+3.83%	+6.07%	+17.98%	
Andechs Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)		36.22	22.28	274.11	41.44	11.83	53.28	99.11	1.83	24.44	43.93	65.5	494.5
		+24.07	+14.25	+58.52	+15.84	+16.43	+24.38	+15.67	+1.2	+21.7	+33.8	+16.81	+57.69
		-7.25%	-4.36%	-55.11%	-8.55%	-2.68%	-11.23%	-20.27%	-0.37%	-4.8%	-8.75%	-14.96%	
		+4.83%	+2.5%	+5.53%	+3.73%	+3.89%	+6.22%	+3.83%	+0.25%	+4.15%	+6.55%	+3.31%	

Anmerkung: Die Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen wurde mit allen verfügbaren Werten vorgenommen. Weicht die Zahl der für die Berechnungen verwandten Werte von der in der 1. Spalte (Bedingung) angegebenen Anzahl der Nächte ab, so ist die Anzahl der Werte in Klammern unter den entsprechenden Berechnungen vermerkt.

Tabelle 14a

Awakenings (Andechs)

Var. Nacht	in TIB TIB	TIB 2.DR	TIB 3.DR	TIB aus aus aus aus S-1 S-2 S-3 S-4	EMA (min)	Dauer/ Erwa- chen	in SPT SPT 1.DR 2.DR 3.DR	SPT aus aus aus aus S-1 S-2 S-3 S-4	Dauer/ Erwa- chen
Synchron. 26./27.7.82	19	6	5	8	5 11	3 6.5 2 8.58	17	5 6 6 4 10	3 9.18
27./28.7.82	15	5	5	5	7 4	1 3 0.5 1 2.63	14	5 5 4 6 4	1 3 2.44
Freilauf 28./29.7.82	21	6	3	12	11 8	2 1 1 2.67	19	5 3 11 9 8	2 2.68
29./30.7.82	19	10	6	3	13 3	3 -* - 2.05	16	8 6 2 10 3	3 2.34
30./31.7.82	8	3	4	1	1 3 1	1 2 21.5 R 4.25	6	2 3 1 3 1	1 1 1.25
31.7./01.8.82	16	2	4	10	1 7	8 7 2 1.41	15	3 3 9 1 6	8 1.03
01./02.8.82	16	1	7	8	6	10 6.5 2 1.03	15	3 5 7 5	10 0.67
02./03.8.82	17	7	5	5	6 6	5 13.5 1 4.79	16	7 5 4 5 6	5 4.25
03./04.8.82	27	15	7	5	17 6	4 35.5 1 4.3	15	4 7 4 5 6	4 2.2
04./05.8.82	36	10	8	18	16 11	9 7 R 5.47	27	5 10 12 8 11	8 2.74
05./06.8.82	15	3	7	5	3 6 1	5 33 1 4.27	13	3 6 4 1 6 1	5 2.31
Synchron. 06./07.8.82	7		7	4	3	1.5 1 6.79	5	4 1 2 3	9.1

Anmerkung: Die durchschnittliche Dauer pro Erwachen berechnet sich aus der Dauer aller Awakenings in Bezug auf die Awakenings innerhalb der gesamten Ruhezeit (TIB) einschließlich der letzten Wachzeit bis zum Ende der Ruhezeit (EMA = Early-morning - Awakening).

*) Fehlzeit

Tabelle 14b Awakenings (München)

Var. Nachricht		in TIB TIB 1.DR				TIB 2DR		TIB 3DR		aus aus aus aus S-1 S-2 S-3 S-4				EMA min/min	Dauer/ Erwa- chen		in SPT SPT 1DR				SPT 2DR		SPT 3DR		aus aus aus aus S-1 S-2 S-3 S-4				Dauer/ Frwa- chen
25.01.81		6	4	2	5	1							34.5	1	10.08	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6.25			
26.01.81		3	2	1	1	1	1	4	R	4.83	2	2				2	2			1	1					5.25			
27.01.81		8	3	1	4	6	1	1	14	1	7.31	4						1	3	2	1	1	1	1	1	3.75			
10.02.81		6	3	3	4	2			7.5	1	5.08	3	1			3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1.17			
11.02.81		3	1	2	1			2	6	R	2.83	2	1			2	1		1	1	1	1	1	1	1	1.25			
11.03.81		1		1				1	4.5	R	4.5	0														0			
12.03.81		2	1	1	1			1	1	R	1	1	1			1	1		1							1			
08.04.81		3	1	2	1	1		1	7	R	6.67	1							1	1	1	1				0.5			
09.04.81		5	2	3	3	1		1	6	1	4.5	4	2			4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	4.13			
04.05.81		9	5	1	3	6	2	1	6	2	3.06	6	3			6	3	1	2	4	1	1	1	1	1	3.33			
05.05.81		1		1				1	3	R	3	0														0			
14./15.11.82		18	6	4	8	12	3	3	21	1	4.19	17	6			17	6	4	7	11	3	3	3	3	3	3.21			
15./16.11.82		14	7	3	4	8	4	2	20	R	10.39	10	5			10	5	2	3	5	4	1	1	1	1	12.15			

Labelle 14c
Blatt 1

Awakenings
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	in TIB	Drittel von IIB			aus Schlafstadium			REM	EIA [min] S-	Dauer/ Erwachen
			1.DR	2.DR	3.DR	S-1	S-2	S-3	S-4		
München 1981 Synchron. (11 Nächte)		4.27 +2.72	2 +1.34	0.18 +1.16	2.09 +1.04	2.45 +2.02	0.82 +0.54	0.09 +0.3	0.91 +0.35	8.5 +9.22 4xS1 1xS2 6xR	4.81 +2.5
München 1982 Synchron. (2 Nächte)		16 +2.83	6.5 +0.71	3.5 +0.71	6 +2.83	10 +2.83	3.5 +0.71		2.5 +0.71	20.5 +0.71 1xS1 1xR	7.29 +4.35
Andechs Synchron. 1.u.2.Nacht (2 Nächte)		17 +2.83	5.5 +0.71	5 +0	6.5 +2.12	6 +1.41	7.5 +4.95		0.5 +0.71	3.5 +4.24 1xS1 1xS2	5.61 +4.21
Andechs Freilauf 3.-11.Nacht (9 Nächte)		19.44 +8.02	6.33 +4.64	5.67 +1.73	7.44 +5.22	7.56 +6.24	6.22 +2.44	0.22 +1.1	0.11 +0.33	15.63 +12.99 4xS1 2xS2 (n=8) 2xR	3.36 +1.6

Tabelle 14c
Blatt 2

Bed.	Var.	in SPT	Drittel von SPT					aus Schlafstadium				Dauer/ Erwachen
			1. DR	2. DR	3. DR	S-1	S-2	S-3	S-4	REM		
München 1981 Synchron. (11 Nächte)		2.27 ± 1.65	1 ± 1	0.18 ± 0.4	1.09 ± 1.04	1.09 ± 1.01	0.73 ± 0.65	0.09 ± 0.3		0.36 ± 0.5	2.42 ± 2.2	
München 1982 Synchron. (2 Nächte)		13.5 ± 4.95	5.5 ± 0.71	3 ± 1.41	5 ± 2.83	8 ± 4.24	3.5 ± 0.71		2 ± 1.41		7.68 ± 6.32	
Andechs Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)		15.5 ± 2.12	5 ± 0	5.5 ± 0.71	5 ± 1.41	5 ± 1.41	7 ± 4.24	0.5 ± 0.71	3 ± 0		5.81 ± 4.77	
Andechs Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)		15.78 ± 7.03	4.44 ± 2.01	5.33 ± 2.29	6 ± 3.94	4.33 ± 3.36	6 ± 2.45	0.22 ± 1.1	0.11 ± 0.33	5.11 ± 3.02	2.16 ± 1.08	

Tabelle 14d Dauer der Awakenings innerhalb der Schlafperiode

Var. Nacht	Anzahl insges.	Dauer der Awakenings 2-5min >5min 2min <2min	Awakenings aus REM	Dauer der Awakenings 2-5min >5min 2min <2min
Synchron. 1. Nacht	17	10 5 2	3	2 1 0
2. Nacht	14	11 2 1	3	3 0 0
Freilauf 3. Nacht	19	13 4 2	2	1 1 0
4. Nacht	16	11 2 3	3	1 0 2
5. Nacht	6	4 2 0	1	1 0 0
6. Nacht	15	14 1 0	8	7 1 0
7. Nacht	15	15 0 0	10	10 0 0
8. Nacht	16	9 5 2	5	2 1 2
9. Nacht	15	10 3 2	4	3 0 1
10. Nacht	27	20 5 2	8	5 3 0
11. Nacht	13	8 4 1	5	2 2 1
Mittelwert Synchron.	15.5 + 2.1	10.5 3.5 1.5 + 0.7 + 2.1 + 0.7	3 + 0	2.5 0.5 0.0 + 0.7 + 0.7 + 0
Mittelwert Freilauf	15.8 + 7.0	11.6 2.9 1.3 + 4.6 + 1.8 + 1.1	5.1 + 3.0	3.6 0.9 0.7 + 3.2 + 1.1 + 0.9
		73.3% 18.31% 8.43%		69.53% 17.38% 13.09%

Tabelle 14e Registrierte Awakenings

Bed.	Var.	Drücken des Aufwach-Kn.	am Morgen erinnerlich	Awakenings aus Stadium				Dauer der Awakenings	
				1	2	3	4	<2min	>5min
Synchron.									
1. Nacht		5	5		2		3	4	1
2. Nacht		7	4 - 6		3		1	6	1
Freilauf									
3. Nacht		7		?	3		2	4	3
4. Nacht		6	6	2	2		2	3	1
5. Nacht		4	4		3		1	3	1
6. Nacht		7	4		2		5	6	1
7. Nacht		4	4		1		3	4	0
8. Nacht		3	3 - 4		1		2	0	2
9. Nacht		3	3		1		2	2	0
10. Nacht		4	3		0		4	1	3
11. Nacht		4	4		1		3	1	2
Mittelwert Synchron.		6 ± 1.4	5	0 ± 0	2.5 ± 0.7	0 ± 0	0.5 ± 0.7	5 ± 1.4	1 ± 0
									0 ± 0
Mittelwert Freilauf		4.7 ± 1.6	3.9 ± 0.9	0.44 ± 0.9	1.6 ± 1	0 ± 0	2.7 ± 1.2	2.7 ± 1.9	1.4 ± 1.1
				9.41%	34%		57.5%	57.5%	12.8%

Tabelle 15a Stadienwechsel innerhalb der Ruhezeit (Andechs)

Stw Nacht	In TIB ins-pro ges. Std.	0-1	0-2	0-R	1-0	1-1	1-2	1-R	1-M	2-0	2-1	2-3	2-4	2-R	2-M	3-0	3-1	3-2	3-4	3-M	4-0	4-2	4-3	R-0	R-1	R-2	R-M	M-1	M-2	M-3	M-R
Synchron. 1.Nacht	134	13.95	15 4		5 14 1					11 2 27 2	6			6					28 5		1 6			3	3 1						
2.Nacht	129	15.72	12 3		7 14 1					4 6 26	9 1			9 1					25 5		1 6 4			3	2 4			2			
Freilauf																															
3.Nacht	156	15.06	19 2		11 18 2					8 6 28	8 2			8 2					28 6		6			2	5 2 1			1 1			
4.Nacht	119	11.74	20		13 15 2					3 4 19	8 1			8 1					18	1				3	4 2	2 2		1 1			
5.Nacht	146	19.21	4 4		1 8 2					3 1 36	6 1			6 1					1 1 33 17		1 16			2	3 1	2 2		1			
6.Nacht	133	13.71	5 9 2		1 7					7 2 24	9 1			9 1					23 15		1 14			8	1 1	1		2			
7.Nacht	124	13.24	9 4 3		14					6 2 26	12			12					26 2		2			10	3 1	2		1 1			
8.Nacht	109	11.91	15 2		6 16 1					6 1 16	7 4			7 4					14 1 2		1			5		3 7	2				
9.Nacht	144	14.03	27		17 13 7 2					6 18	11 1			11 1					18					4	6 5	3 6					
10.Nacht	188	17.53	28 7 1		16 20					11 6 26	10 2			10 2					26 11		11			9	1 1	1 1					
11.Nacht	117	14.27	12 3		3 11 2					6 1 17	8 1			8 1					1 16 12		12			5	2 2	1 1					
Synchron. 12.Nacht	42	5.92	6 1		4 2					3 12	1			1					12						1						

Tabelle 15b Studienwechsel innerhalb der Ruhezeit (München)

StW Nacht	in TIB ins- pro ges. Std.	0-1	0-2	1-0	1-1	1-2	1-M	2-0	2-1	2-3	2-R	2-M	3-0	3-1	3-2	3-4	3-M	4-2	4-3	4-M	R-0	R-1	R-2	R-M	M-1	M-2	M-3	M-R
25.01.81	56 6.74	6		5 5 1 1	1 1		3 9 4 2	1	7 1		1							1			1 4 1	2 1					1	
26.01.81	36 5.12	3		1 5			1 5 4 2														1		2 2	3 1			1	
27.01.81	52 7.12	8		6 8			1 1 3 3 6														1 1	1 2	4	1			1	
10.02.81	51 7.74	6		4 6 1			2 1 4 4 2														1	1 4 1	3 2			1		
1g L-Trypt.																												
11.02.81	38 6.53	3		5			1 1 5 7														2	2 3	1 3					
1g L-Trypt.																					1	3 2	5 1				2	
11.03.81	40 7.3	1		7			1 4 4 5														1	1 3	4	1			1	
1g L-Trypt.							5 4 3														1							
12.03.81	37 5.99	2		1 10																	1	1 3	6 1				1	
1g L-Trypt.																					1							
08.04.81	41 7.27	3		1 8			1 1 3 4 3														1	1 3	4 1				1	
2g L-Trypt.																					1							
09.04.81	44 7.79	5		3 9			1 3 4 3 2														1	3	4 1				1	
2g L-Trypt.																					1							
04.05.81	42 7	9		6 4			2 1 1 1 4														1	2 1	2 2				3	
1g L-Trypt.																					1							
05.05.81	28 5.19	1		4			6 2 2														1	2	3				1	
1g L-Trypt.																												
14.11.82	131 16.99	16 2		12 14 1			3 5 30 6 1														3 3	1						
15.11.82	134 20.72	14		8 13 1			4 5 34 9														2 3	5						

Tabelle 15c
Blatt 1
Stadtenwechsel innerhalb der Ruhezeit (TIB)
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed. Stadten- wechsel	München 1981 Synchron. 11 Nächte	München 1982 Synchron. 2 Nächte	Andechs Synchron. (1. u. 2. Nacht) 2 Nächte	Andechs Freilauf (3. - 11. Nacht) 9 Nächte
in TIB insgesamt	42.27±8.11	132.5±2.12	131.5±3.54	137.33±24.45
in TIB pro Stunde	6.71±0.92	18.86±2.64	14.84±1.25	14.52 ±2.46
W - I	4.27±2.72/9.61±5.44%	15.14/11.33±1.24%	13.5±2.12/10.25±1.34%	15.44±8.79/11.16±5.62%
W - ?	6.45±2.07/15.58±5.29%	1±1.41/0.77 ±1.08%	3.5±0.71/2.66 ±0.47%	3.44± 3 /2.46 ±2.08%
W - R	0.18±0.4 /0.34±0.76%	1 ± 0 /0.76 ±0.01%	0.5±0.71/0.38 ±0.53%	0.67±0.9 /0.49 ±0.88%
I - W	2.45±2.42/5.21±4.97%	10±2.83/7.57 ±2.26%	6 ±1.41/4.58 ±1.2%	7.56±6.78/5.31 ±4.54%
I - ?	6.45±2.07/15.58±5.29%	13.5±0.71/10.2 ±0.7%	14 ± 0 /10.65 ±0.28%	13.56±4.33/9.99 ±3.11%
I - R	0.18±0.4 /0.34±0.76%	1 ± 0 /0.76 ±0.01%	0.5±0.71/0.38 ±0.53%	1.78±2.17/1.31 ±1.51%
I - MT	0.36±0.67/0.82±1.56%	0.36±0.67/0.82±1.56%	0.5±0.71/0.39 ±0.55%	0.22±0.67/0.15 ±0.46%
? - W	0.82±0.75/1.88±1.69	3.5±0.71/2.64 ±0.49%	7.5±4.95/5.66 ±3.61%	6.22±2.44/4.49 ±1.34%
? - I	1.55±1.51/3.59±3.85%	5 ± 0 /3.78 ±0.06%	4 ±2.83/3.07 ±2.23%	2.56±2.24/1.77 ±1.36%
? - 3	4 ±2.41/9.72±6.17%	3?±2.83/24.14±1.75%	26.5±0.71/20.16±0.01%	23.33±6.5 /17.02±3.86%
? - 4			1 ±1.41/0.75 ±1.05%	
? - R	3.64±1.5 /8.84±4.06%	7.5±2.12/5.65 ±1.51%	7.5±2.12/5.73 ±1.77%	8.78±1.92/7.08 ±1.72%
? - HT	2.82±1.66/6.7 ±3.69%	0.5±0.71/0.38 ±0.54%	0.5±0.71/0.39 ±0.55%	1.44±1.13/1.09 ±1.03%

Tabelle 15c
Blatt 2

Bed. Stadien- wechsel	München 1981 Synchro. 11 Nächte	München 1982 Synchro. 2 Nächte	Andechs Synchro. (1.u.2. Nacht) 2 Nächte	Andechs freilauf (3.-11. Nacht) 9 Nächte
3 - W	0.09 $\pm$ 0.3 / 0.16 $\pm$ 0.54%			0.22 $\pm$ 0.44 / 0.17 $\pm$ 0.34%
3 - I		0.5 $\pm$ 0.71 / 0.38 $\pm$ 0.54%		0.11 $\pm$ 0.33 / 0.08 $\pm$ 0.23%
3 - 2	3.27 $\pm$ 2 / 5.14 $\pm$ 5.69%	31.5 $\pm$ 3.54 / 23.76 $\pm$ 2.28%	26.5 $\pm$ 2.12 / 20.14 $\pm$ 1.07%	22.44 $\pm$ 6.33 / 16.31 $\pm$ 3.64%
3 - 4	0.45 $\pm$ 0.93 / 0.87 $\pm$ 1.82%	1 $\pm$ 0 / 0.76 $\pm$ 0.01%	5 $\pm$ 0 / 3.81 $\pm$ 0.11%	7.11 $\pm$ 6.75 / 5.05 $\pm$ 4.89%
3 - MT	0.64 $\pm$ 0.64 / 1.5 $\pm$ 1.5%			0.33 $\pm$ 0.71 / 0.3 $\pm$ 0.64%
4 - W			0.5 $\pm$ 0.71 / 0.39 $\pm$ 0.55%	0.11 $\pm$ 0.33 / 0.08 $\pm$ 0.23%
4 - 2	0.09 $\pm$ 0.3 / 0.16 $\pm$ 0.54%		0.5 $\pm$ 0.71 / 0.38 $\pm$ 0.53%	0.11 $\pm$ 0.33 / 0.08 $\pm$ 0.33%
4 - 3	0.27 $\pm$ 0.65 / 0.53 $\pm$ 1.26%	1 $\pm$ 0 / 0.76 $\pm$ 0.01%	5 $\pm$ 1.41 / 3.79 $\pm$ 0.98%	6.89 $\pm$ 6.43 / 5.73 $\pm$ 6.52%
4 - MT	0.09 $\pm$ 0.3 / 0.18 $\pm$ 0.59%			
R - W	0.91 $\pm$ 0.54 / 2.35 $\pm$ 1.47%	2.5 $\pm$ 0.71 / 1.89 $\pm$ 0.57%	3 $\pm$ 0 / 2.29 $\pm$ 0.06%	5.33 $\pm$ 3 / 3.96 $\pm$ 2.23%
R - I	0.27 $\pm$ 0.47 / 2.52 $\pm$ 0.88%	3 $\pm$ 0 / 2.27 $\pm$ 0.04%	2.5 $\pm$ 0.71 / 1.9 $\pm$ 0.49%	2.78 $\pm$ 1.99 / 2.02 $\pm$ 1.41%
R - 2	1.91 $\pm$ 1.38 / 5.12 $\pm$ 2.91%	2.5 $\pm$ 3.54 / 1.87 $\pm$ 2.64%	2.5 $\pm$ 2.12 / 1.93 $\pm$ 1.66%	1.67 $\pm$ 1.41 / 1.21 $\pm$ 1.01%
R - MT	1.91 $\pm$ 1.04 / 4.91 $\pm$ 2.88%	0.5 $\pm$ 0.71 / 0.38 $\pm$ 0.54%		1.67 $\pm$ 1 / 1.3 $\pm$ 0.84%
MT - I	3.36 $\pm$ 2.09 / 8.24 $\pm$ 3.79%	1 $\pm$ 1.41 / 0.77 $\pm$ 1.08%	1 $\pm$ 1.41 / 0.78 $\pm$ 1.1%	2.11 $\pm$ 2.62 / 1.67 $\pm$ 2.21%
MT - 2	1.09 $\pm$ 0.94 / 2.59 $\pm$ 2.36%			1.11 $\pm$ 0.6 / 0.85 $\pm$ 0.53%
MT - 3	0.18 $\pm$ 0.4 / 0.42 $\pm$ 0.95%			0.11 $\pm$ 0.33 / 0.07 $\pm$ 0.21%
MT - R	1.18 $\pm$ 0.75 / 2.87 $\pm$ 1.87%			0.22 $\pm$ 0.44 / 0.18 $\pm$ 0.36%

Tabelle 15d Relative Häufigkeit der einzelnen Stadienwechsel innerhalb der Ruhezeit unter verschiedenen Versuchsbedingungen

StW.	Bed.	München Synchron.				Andechs			
		1951		1952		Synchron.		Freilauf	
		%	rel h	%	rel h	%	rel h	%	rel h
W - 1		9.61	3	11.33	3	10.25	4	11.16	3
W - 2				0.77	12	2.66	11	2.46	11
W - R								0.49	20
1 - W		5.21	8	7.57	5	4.58	7	5.31	7
1 - 2		15.58	1	10.2	4	10.65	3	9.99	4
1 - R		0.34	22	0.76	13	0.38	18	1.31	15
1 - MT		0.82	19			0.39	17	0.15	24
2 - W		1.68	16	2.64	8	5.66	6	4.49	9
2 - 1		3.59	11	3.76	7	3.07	10	1.77	13
2 - 3		9.72	2	24.14	1	20.16	1	17.02	1
2 - 4						0.75	16		
2 - R		8.84	4	5.65	6	5.73	5	7.08	5
2 - MT		6.7	7	0.38	14	0.39	17	1.09	18
3 - W		0.16	24					0.17	23
3 - 1				0.38	14			0.08	25
3 - 2		8.14	6	23.76	2	20.14	2	16.31	2
3 - 4		0.87	18	0.76	13	3.81	8	5.05	8
3 - MT		1.5	17					0.3	21
4 - W						0.39	17	0.08	25
4 - 2		0.16	24			0.38	18	0.08	25
4 - 3		0.53	20	0.76	13	3.79	9	5.73	6
4 - MT		0.16	23						
R - W		2.35	15	1.89	10	2.29	12	3.96	10
R - 1		2.52	14	2.27	9	1.9	14	2.02	12
R - 2		5.12	9	1.87	11	1.93	13	1.21	17
R - MT		4.91	10	0.38	14			1.3	16
MT - 1		8.24	5	0.77	12	0.78	15	1.67	14
MT - 2		2.58	13					0.85	19
MT - 3		0.42	21					0.07	26
MT - R		2.67	12					0.18	22

Tabelle 16a Stadienwechsel innerhalb der Schlafzeit (Andechs)

StW Nacht	in 11B ins- pro ges. Std.	0-1	0-2	0-R	1-0	1-1	1-2	1-M	2-0	2-1	2-3	2-4	2-R	2-M	3-0	3-1	3-2	3-4	3-M	4-0	4-2	4-3	R-0	R-1	R-2	R-M	M-1	M-2	M-3	M-R
Synchron. 1. Nacht	129 14.31	13 4			4 13	1			10 2 27 2	6			6		28 5			5		1 6	1 4		3 3	1						
2. Nacht	126 16.33	11 3			6 13	1			4 6 26	9 1					25 5					1			3 2	4		2				
Freilauf 3. Nacht	151 15.46	17 2			9 17	2			8 6 28	8 2					28 6					6			2 5	2 1		1 1				
4. Nacht	111 12.09	16			10 14	2			3 4 19	8 1					18 1							3 4	2 2		2 1					
5. Nacht	141 21.36	2 4			7 2				3 1 36	6 1					1 1 33 17					1 16			1 3	1 2		2 1				
6. Nacht	130 15.51	4 9 2			1 6				6 2 24	9 1					23 15					1 14			8 1	1 1		2				
7. Nacht	121 14.04	8 4 3			5 15	1			5 2 26	12					26 2					2			10 3	1 2		1				
8. Nacht	106 13.49	14 2			5 12	7 2			6 1 16	7 4					14 1 2					1			5	3		7 2				
9. Nacht	119 14.32	15			5 12				6 18	11 1					18							4 6	5 3		6					
10. Nacht	169 20.36	19 7 1			8 19				11 6 26	10 2					26 11					11			8 1	1		1 1				
11. Nacht	112 15.65	10 3			1 10	2			6 1 17	8 1					1 16 12					12			5 2	2 1		1 1				
Synchron. 12. Nacht	37 21.98	4 1			2 1				3 12	1					12								1							

Tabelle 16b Stadienwechsel innerhalb der Schlafzeit (München)

StW Nacht	in SPT. ins- pro ges. Std.	Stadienwechsel innerhalb der Schlafzeit (München)																														
		0-1	0-2	1-0	1-1	1-2	1-R	1-M	2-0	2-1	2-2	2-3	2-R	2-M	3-0	3-1	3-2	3-3	3-4	3-M	4-2	4-3	4-M	R-0	R-1	R-2	R-M	M-1	M-2	M-3	M-R	
25.01.81	47 7.34	2		1 4	1 1				3	9	4	2	2	2	1						1			1 4	1		2	1		1		1
26.01.81	33 5.05	2		5					1	5	4	2	2	2									2	2	3	1		3	1		1	
27.01.81	43 7.34	4		2 7					1 1	3	3	6	6	6								1		4				4		1	1	
10.02.81	44 7.48	3		1 5	1				2 1	4	4	2	2	2								2	1	1	4	1	3	2		1		
1g L-Trypt.									1 1	5	7													1	2	3	1	3				2
11.02.81	35 6.39	2		4					1	4	4	5												3	2	5	1	2				1
1g L-Trypt.				6					1	4	4	5																				2
11.03.81	37 6.98																															1
1g L-Trypt.									5	4	3													1	3	4	1	1				1
12.03.81	34 5.75	1		1 9																												1
1g L-Trypt.									1 1	3	4	3	3	2	1									1	3	6		1				1
08.04.81	35 6.88	1		8					1 1	3	4	3	2	2																		1
2g L-Trypt.									1 3	4	3	2	2	2																		1
09.04.81	41 7.69	4		2 8					1 3	4	3	2	2	2																		1
2g L-Trypt.									1 1	1	1	4																				3
04.05.81	35 6.26	6		4 3	2				1 1	1	1	4																				1
1g L-Trypt.																																1
05.05.81	25 4.87			3																												1
1g L-Trypt.																																
14.11.82	128 18.31	15	2	11 13	1				3	5	30	6	1	1										3	3		1	2				
15.11.82	125 23.66	10		5 12	1				4	5	34	9													1	3	5					

Tabelle 16c
Blatt 1

Stadtenwechsel innerhalb der Schlafzeit
Mittelwerte und Standardabweichungen bei
verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed. Stadten- wechsel	München 1981 Synchron. 11 Nächte	München 1982 Synchron. 2 Nächte	Andechs Synchron. (1 u. 2. Nacht) 2 Nächte	Andechs Freilauf (3. - 11. Nacht) 9 Nächte
in SPI insgesamt	37.18 $\pm$ 6.18	126.5 $\pm$ 2.12	127.5 $\pm$ 2.12	128.89 $\pm$ 21.02
in SPI pro Stunde	6.55 $\pm$ 0.95	20.99 $\pm$ 3.78	15.32 $\pm$ 1.43	15.81 $\pm$ 3.09
W - 1	2.27 $\pm$ 1.85/5.9	12.5 $\pm$ 3.54/9.86 $\pm$ 2.63%	12 $\pm$ 1.41/9.41 $\pm$ 0.95%	11.67 $\pm$ 5.98/9.2 $\pm$ 4.58%
W - 2		1 $\pm$ 1.41/0.78 $\pm$ 1.1%	3.5 $\pm$ 0.71/2.74 $\pm$ 0.51%	3.44 $\pm$ 3 / 2.57 $\pm$ 2.16%
W - R				0.67 $\pm$ 0.9 / 0.51 $\pm$ 0.9%
1 - W	1 $\pm$ 1.26/2.57 $\pm$ 3.49%	5 $\pm$ 4.24/6.3 $\pm$ 3.25%	5 $\pm$ 1.41/3.93 $\pm$ 1.17%	4.33 $\pm$ 4 / 3.36 $\pm$ 3.13%
1 - 2	5.64 $\pm$ 2.11/15.31 $\pm$ 5.78%	12.5 $\pm$ 0.71/9.88 $\pm$ 0.4%	13 $\pm$ 0 / 10.2 $\pm$ 0.17%	12.56 $\pm$ 4.33/9.84 $\pm$ 3.22%
1 - R	0.18 $\pm$ 0.4 / 0.4 $\pm$ 0.89%	1 $\pm$ 0 / 0.72 $\pm$ 0.01%	0.5 $\pm$ 0.71/0.39 $\pm$ 0.55%	1.78 $\pm$ 2.17/1.46 $\pm$ 1.82%
1 - MT	0.27 $\pm$ 0.65/0.71 $\pm$ 1.78%		0.5 $\pm$ 0.71/0.4 $\pm$ 0.56%	0.22 $\pm$ 0.67/0.19 $\pm$ 0.56%
2 - W	0.73 $\pm$ 0.65/1.9 $\pm$ 1.61%	3.5 $\pm$ 0.71/2.77 $\pm$ 0.61%	7 $\pm$ 4.24/5.46 $\pm$ 3.24%	6 $\pm$ 4.15/4.61 $\pm$ 1.41%
2 - 1	1.55 $\pm$ 1.51/4.03 $\pm$ 4.18%	5 $\pm$ 0 / 3.96 $\pm$ 0.06%	4 $\pm$ 2.83/3.16 $\pm$ 2.27%	2.56 $\pm$ 2.24/1.87 $\pm$ 1.46%
2 - 3	4 $\pm$ 2.41/10.97 $\pm$ 6.91%	32 $\pm$ 2.83/25.32 $\pm$ 2.66%	26.5 $\pm$ 0.71/20.78 $\pm$ 0.21%	23.33 $\pm$ 6.5 / 17.99 $\pm$ 3.57%
2 - 4			1 $\pm$ 1.41/0.78 $\pm$ 1.1%	
2 - R	3.64 $\pm$ 1.5 / 9.9 $\pm$ 2.87%	7.5 $\pm$ 2.12/5.95 $\pm$ 1.77%	7.5 $\pm$ 2.12/5.9 $\pm$ 1.76%	8.78 $\pm$ 1.92/6.95 $\pm$ 1.78%
2 - MT	2.82 $\pm$ 1.66/7.64 $\pm$ 4.25%	0.5 $\pm$ 0.71/0.39 $\pm$ 0.55%	0.5 $\pm$ 0.71/0.4 $\pm$ 0.56%	1.44 $\pm$ 1.13/1.15 $\pm$ 1.04%

Bed. Stadion- wechsel	München 1981 Synchron. 11 Nächte	München 1982 Synchron. 2 Nächte	Andechs Synchron. (1.u.2.Nacht) 2 Nächte	Andechs Freilauf. (3.-11.Nacht) 9 Nächte
3 - W	0.09±0.3 / 0.19±0.64%			0.22±0.44 / 0.18±0.35%
3 - I		0.5 ± 0.71 / 0.39±0.55%		0.11±0.33 / 0.08±0.24%
3 - ?	3.27 ± ? / 9.18±6.4 %	31.5 ± 3.54 / 24.93±3.21%	26.5±? .12 / 20.78±1.32%	2244±6.33 / 17.26±3.39%
3 - 4	0.45±0.93 / 1.03±2.12%	1 ± 0 / 0.79±0.01%	5 ± 0 / 3.93±0.06%	7.11±6.75 / 5.26±5.07%
3 - MT	0.64±0.64 / 1.68±1.69%			0.33±0.71 / 0.31±0.66%
4 - W			0.5±0.71 / 0.4 ± 0.56%	0.11±0.33 / 0.08±0.24%
4 - 2	0.09±0.3 / 0.19±0.64%		0.5±0.71 / 0.39±0.55%	0.11±0.33 / 0.09±0.26%
4 - 3	0.27±0.65 / 0.63±1.48%	1 ± 0 / 0.79±0.01%	5 ± 1.41 / 3.91±1.05%	6.89±6.43 / 5.1 ± 4.84%
4 - MT	0.09±0.3 / 0.21±0.69%			
R - 0	0.36±0.5 / 0.95±1.33%	2 ± 1.41 / 1.57±1.09%	3 ± 0 / 2.36±0.04%	5.11±3.02 / 4.05±2.35%
R - 1	0.27±0.47 / 0.61±1.05%	3 ± 0 / 2.37±0.04%	2.5±0.71 / 1.96±0.52%	2.78±1.99 / 2.19±1.62%
R - ?	1.91±1.38 / 4.88±3.16%	2.5 ± 3.54 / ? ± 2.83%	2.5±? .12 / 1.98±1.69%	1.67±1.41 / 1.33±1.22%
R - MT	1.91±1.04 / 5.46±3.14%	0.5 ± 0.71 / 0.39±0.55%		1.67± 1 / 1.39±0.91%
MT - 1	3.36±? .09 / 9.29±4.23%	1 ± 1.41 / 0.78±1.1%	1 ± 1.41 / 0.8 ± 1.12%	2.11±? .62 / 1.82±? .39%
MT - 2	1 ± 1 / 2.46±2.77%			1.11±0.6 / 0.89±0.55%
MT - 3	0.18±0.4 / 0.48±1.07%			0.11±0.33 / 0.07±0.22%
MT - R	1.18±0.75 / 3.27±2.19%			0.22±0.44 / 0.19±0.38%

Tabelle 16d Relative Häufigkeit der einzelnen Stadienwechsel innerhalb der Schlafzeit unter verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed. Stadien- wechsel	München				Andechs			
	1951		1952		Synchron.		Freilauf	
	%	rel h	%	rel h	%	rel h	%	rel h
W - 1	5.9	7	9.66	4	9.41	4	9.2	4
W - 2			0.75	13	2.74	11	2.57	11
W - R							0.51	20
1 - W	2.57	12	6.3	5	3.93	8	3.36	10
1 - 2	15.31	1	9.88	3	10.2	3	9.84	3
1 - R	0.4	22	0.79	12	0.39	18	1.46	15
1 - MT	0.71	18			0.4	17	0.19	22
2 - W	1.9	14	2.77	8	5.46	6	4.61	8
2 - 1	4.03	10	3.96	7	3.16	10	1.87	13
2 - 3	10.97	2	25.32	1	20.75	1	17.99	1
2 - 4					0.78	16		
2 - R	9.9	3	5.95	6	5.9	5	6.95	5
2 - MT	7.64	6	0.39	14	0.4	17	1.15	18
3 - W	0.19	23					0.18	23
3 - 1			0.39	14			0.08	25
3 - 2	9.18	5	24.93	2	20.78	2	17.26	2
3 - 4	1.03	16	0.79	12	3.93	7	5.26	6
3 - MT	1.68	15					0.31	21
4 - W					0.4	17	0.08	25
4 - 2	0.19	23			0.39	18	0.09	24
4 - 3	0.63	19	0.79	12	3.91	9	5.1	7
4 - MT	0.21	22						
R - W	0.95	17	1.57	11	2.36	12	4.05	9
R - 1	0.61	20	2.37	9	1.96	14	2.19	12
R - 2	4.88	9	2	10	1.96	13	1.33	17
R - MT	5.46	8	0.39	14			1.39	16
MT - 1	9.29	4	0.78	13	0.8	15	1.82	14
MT - 2	2.46	13					0.89	19
MT - 3	0.48	21					0.07	26
MT - R	3.27	11					0.19	22

Anmerkung: Die relative Häufigkeit bezeichnet die Stadienwechsel in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit. Der häufigste Stadienwechsel ist durch die Rangzahl 1, der seltenste durch die jeweils höchste Rangzahl gekennzeichnet. Gleichhäufige Stadienwechsel sind mit der gleichen Rangzahl versehen.

Tabelle 17a REM-Schlaf: Latenzen, Dauer der REM-Episoden und der REM-Intervalle (Andechs)

Var. Nacht	S-R- latenz	REM- latenz	Länge der REM-Episoden (min)								Länge der REM-Intervalle (min)							
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	
Synchron.																		
26./27.7.82	263	234	5	18	2.5	25	13	13.5			58.5	49	60.5	42.5				
%	45.62	43.25																
27./28.7.82	111.5	82.5	5	17	17.5	41	41.5	10			59.5	81.5	56	54.5				
%	22.64	17.82																
Freilauf																		
28./29.7.82	128	93.5	7	8	7.5	16.5	22	6	30	22.5	57	43	80.5	55.5	42.5	49		
%	20.6	15.96																
29./30.7.82	136.5	79.5	6	13	2.5	16.5	27	17	12.5		60.5	48	90.5	40	55			
%	27.45	14.43																
30./31.7.82	91	52.5	5	12.5	15.5	25	39.5	13.5			63	48	57.5	69				
%	19.96	13.26																
31.7./1.8.82	126	54	6	2	17	20.5	24.5	24	43		55	51.5	76	47	30.5			
%	21.65	10.74																
01./02.8.82	84	45.5	7	4	10.5	15.5	51.5	19	18.5	18.5	40	46	57	57	44	68.5		
%	14.95	8.8																
02./03.8.82	135	71	6	10	30	12	14.5	10	18		57	58	44.5	63	54.5			
%	24.59	15.06																
03./04.8.82	132	50	7	10	6.5	15	33	7	24	17.5	43.5	52	54	57.5	55.5	66.5		
%	21.43	10.03																
04./05.8.82	221	82.5	8	4	6	7.5	7	33	8.5	9	6.5	44.5	34.5	41.5	34	64.5	53.5	
%	34.34	16.57																
05./06.8.82	90.5	61	6	5	17	16.5	17	30	15.5		53	74	34.5	45	60			
%	18.39	14.2																
Synchron.																		
06./07.8.82	371.5	48.5	1	3														
%	57.31	48.02																

Anmerkung: Die S-R-latenz gibt den Zeitraum vom Beginn der Ruhezeit bis zum Auftreten von REM-Schlaf in Minuten und in Prozentwerten von der Ruhezeit (TIB) an.
 Die 2-R-latenz gibt den Zeitraum vom Beginn der Schlafzeit (SPT) bis zum Auftreten von REM-Schlaf in Minuten und in Prozentwerten von der Schlafzeit (SPT) an.

Tabelle 17b REM-Schlaf: Latenzen, Dauer der REM-Episoden und der REM-Intervalle (München)

Var. Nacht	S-R- Latenz	2-R- Latenz	REM- Epis.	Länge der REM-Episoden (min)					Länge der REM-Intervalle (min)				
				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
25.01.81	156.5	76	4	18	19.5	23	18		97	63	47.5		
	31.39%	19.79%											
26.01.81	105	79.5	5	2.5	21.5	21	10	13.5	76.5	83	56	29.5	
	24.91%	20.25%											
27.01.81	160	87	4	28.5	17.5	10.5	12		104	48	40		
	36.53%	24.75%											
10.02.81	107	71.5	4	23.5	25.5	18.5	61.5		82.5	48.5	16.5		
1g L-Trypt.	27.05%	20.25%											
11.02.81	61	46	5	2.5	10	48	17	14.5	36.5	61	49.5	43.5	
1g L-Trypt.	17.48%	14%											
11.03.81	65	58.5	6	6	1	2	7.5	8.5	38	11	56	32	57
1g L-Trypt.	19.76%	18.4%											40.5
12.03.81	69	53.5	5	7	23.5	19.5	44.5	3.5	75	44	31.5	52.5	
1g L-Trypt.	18.62%	15.09%											
08.04.81	84.5	58.5	5	7	7	13.5	3	39	27	52	49.5	49	
2g L-Trypt.	24.96%	19.15%											
09.04.81	79.5	66	4	3	23.5	15.5	28		60	50.5	49.5		
2g L-Trypt.	23.45%	20.66%											
04.05.81	75.5	57	4	24	9.5	14.5	19.5		63	45	59		
1g L-Trypt.	20.97%	16.99%											
05.05.81	108	95	3	18	14.5	53.5			52.5	74			
1g L-Trypt.	33.38%	30.89%											
14./15.11.82	97.5	75.5	5	14	5.5	19	11.5	37	76	55.5	50.5	45.5	
	21.08%	18%											
15./16.11.82	253.5	202.5	2	17	30				67.5				
	65.34%	63.88%											

Anmerkung: Die S-R-Latenz gibt den Zeitraum vom Beginn der Ruhezeit bis zum Auftreten von REM-Schlaf in Minuten und in Prozentwerten von der Ruhezeit (TIB) an.

Die 2-R-Latenz gibt den Zeitraum vom Beginn der Schlafzeit (SPT) bis zum Auftreten von REM-Schlaf in Minuten und in Prozentwerten von der Schlafzeit (SPT) an.

Tab. 17c
Blatt 1
REM-Schlaf: Dauer der REM-Episoden und der REM-Intervalle
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Var. Bed.	REM Epis.	Länge der REM-Episoden (min)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
München 1981 Synchron. (11 Nächte)	(n=11) 4.45 +0.82	(n=11) 12.73 +9.36	(n=11) 15.73 +7.96	(n=11) 21.77 +15.46	(n=10) 22.1 +18.15	(n=5) 15.8 +13.69	(n=1) 38		
München 1982 Synchron. (2 Nächte)	(n=2) 3.5 +2.12	(n=2) 15.5 +2.12	(n=2) 17.75 +17.32	(n=1) 19	(n=1) 11.5	(n=1) 37			
Andechs Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)	(n=2) 5 +0	(n=2) 17.5 +0.71	(n=2) 10 +10.61	(n=2) 33 +11.31	(n=2) 27.25 +20.15	(n=2) 11.75 +2.47			
Andechs Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)	(n=9) 6.44 +0.88	(n=9) 7.61 +4.01	(n=9) 12.5 +8.39	(n=9) 16.11 +4.89	(n=9) 26.22 +13.58	(n=9) 17.72 +9.65	(n=8) 21.25 +11	(n=4) 16.88 +5.68	(n=1) 6.5

Tabelle 17c
Blatt 2

Var. Bed.	REM Epis.	Länge der REM-Intervalle (min)				
		1	2	3	4	5
München 1981 Synchron. (11 Nächte)	(n=11) 4.45 +0.82	(n=11) 62.27 +28.91	(n=11) 56.82 +12.45	(n=10) 43.1 +13.07	(n=5) 46.3 +10.61	(n=1) 40.5
München 1982 Synchron. (2 Nächte)	(n=2) 3.5 +2.12	(n=2) 71.75 +6.01	(n=1) 55.5	(n=1) 50.5	(n=1) 45.5	
Andechs Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)	(n=2) 5 +0	(n=2) 59 +0.71	(n=2) 65.25 +22.98	(n=2) 58.25 +3.18	(n=2) 48.5 +8.49	
Andechs Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)	(n=9) 6.44 +0.88	(n=9) 52.61 +8.08	(n=9) 50.56 +10.94	(n=9) 59.56 +19	(n=9) 52 +11.29	(n=8) 50.81 +11.04
						(n=4) 59.38 +9.59
						(n=1) 61.5

Anmerkung: Die REM-Intervalle entsprechen der zweiten bis letzten NonREM-Episode.
Die erste NonREM-Episode entspricht der S-REM-Latenz (s. Tab. 17a-c).

NonREM-REM-Zyklen und REM-NonREM-Zyklen (Andechs)

Tabelle 18a
Blatt 1

Zyklen/ Nacht	Tid	NonREM-REM-Zyklen (min)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Synchron. 26./27.7.82	576.5	281	61	74	73.5	56			
%	100	48.74	10.58	12.84	12.75	9.71			
27./28.7.82	492.5	128.5	77	122.5	97.5	64.5			
%	100	26.09	15.63	24.87	19.8	13.1			
Freilauf									
28./29.7.82	621.5	136	64.5	59.5	102.5	61.5	72.5	71.5	
%	100	21.88	10.38	9.57	16.49	99	11.67	11.5	
29./30.7.82	608	149.5	63	64.5	117.5	57	67.5		
%	100	24.59	10.36	10.61	19.33	9.38	11.1		
30./31.7.82	456	103.5	78.5	73	97	82.5			
%	100	22.7	17.21	16.01	21.27	18.09			
31.7./1.8.82	582	128	72	72	100.5	71	73.5		
%	100	21.99	12.37	12.37	17.27	12.2	12.63		
01./02.8.82	562	88	50.5	61.5	108.5	76	62.5	87	
%	100	15.66	8.99	10.94	19.31	13.52	11.12	15.48	
02./03.8.82	549	145	87	70	59	73	72.5		
%	100	26.41	15.85	12.75	10.75	13.3	13.21		
03./04.8.82	616	142	50	67	87	64.5	79.5	84	
%	100	23.05	8.12	10.88	14.12	10.47	12.91	13.64	
04./05.8.82	643.5	225	50.5	42	48.5	67	73	62.5	68
%	100	34.97	7.85	6.53	7.54	10.41	11.34	9.71	10.57
05./06.8.82	492	95.5	70	90.5	71.5	75	75.5		
%	100	19.41	14.23	18.39	10.47	15.24	15.35		
Synchron. 06./07.8.82	425.5	374.5							
%	100	88.01							

Tabelle 18a
Blatt 2

Zyklen Nacht	TIB	REM-NonREM-Zyklen (min)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Synchron. 26./27.7.82	576.5 100 492.5 %	76.5 13.27 76.5 15.53	51.5 8.93 99 20.1	85.5 14.83 97 19.7	55.5 9.63 96 19.49	44.5 7.72 12.5 2.54			
Freilauf 28./29.7.82	621.5 100 608 %	65 10.46 73.5 12.09	50.5 8.13 50.5 8.31	97 15.61 107 17.6	77.5 12.47 67 11.02	48.5 7.8 72 11.84	79 12.71 101.5 16.69	76 12.23	
30./31.7.82	456 100 582 %	75.5 16.56 57 9.79	63.5 13.93 68.5 11.77	82.5 18.09 96.5 16.58	108.5 23.79 71.5 12.29	35 7.68 54.5 9.36			
31.7./1.8.82	100 %	44 7.83	56.5 10.05	72.5 12.9	108.5 19.31	63 11.21	87 15.48	46.5 8.77	
01./02.8.82	549 100 616 %	67 12.2 53.5 8.69	88 16.03 58.5 9.5	56.5 10.29 69 11.2	77.5 14.12 90.5 14.69	64.5 11.75 62.5 10.15	60.5 11.02 90.5 14.69	59.5 9.66	
03./04.8.82	643.5 100 492 %	48.5 7.54 58 11.79	40.5 6.29 91 18.5	49 7.61 51 10.37	41 6.37 62 12.6	97.5 15.15 90 18.29	62 9.63 49.5 10.06	70.5 10.96 2.1	13.5
05./06.8.82	100 %								
Synchron. 06./07.8.82	425.5 100 %	53.5 12.57							

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB)

Tabelle 18b
Blatt 1
NonREM-REM-Zyklen und REM-NonREM-Zyklen (München)

Nacht Zyklen	TIB	NonREM-REM-Zyklen (min)					
		1	2	3	4	5	6
25.01.81	498.5 % 100	173 34.7	116.5 23.37	86 17.25	65.5 13.14		
26.01.81	421.5 % 100	106.5 25.27	98 23.25	104 24.67	66 15.66	43 10.2	
27.01.81	438 % 100	187.5 42.81	121.5 27.74	58.5 13.36	52 11.87		
10.02.81	395.5 % 100	129.5 32.74	108 27.31	67 16.94	78 19.72		
19.02.81	349 % 100	63 18.05	46.5 13.32	109 31.23	66.5 19.05	58 16.62	
11.03.81	329 % 100	71 21.58	17 3.65	58 17.63	39.5 12.01	65.5 19.91	78.5
19.03.81	370.5 % 100	75.5 20.38	98.5 26.59	63.5 17.14	76 20.51	56 15.11	23.86
19.04.81	338.5 % 100	91.5 27.03	34 10.04	65.5 19.35	52.5 15.51	88 26	
09.04.81	339 % 100	82.5 24.34	83.5 24.63	66 19.47	77.5 22.86		
04.05.81	360 % 100	99.5 27.64	72.5 20.14	59.5 16.53	78.5 21.91		
05.05.81	323.5 % 100	126 38.95	67 20.71	127.5 39.41			
14./15.11.82	462.5 % 100	111.5 24.11	81.5 17.62	71 15.35	62 13.41	82.5 17.84	
15./16.11.82	358 % 100	270.5 69.72	97.5 25.13				

Tabelle 18b
Blatt 2

Zyklen	TIB	REM-NonREM-Zyklen (min)					
		1	2	3	4	5	6
Nacht							
25.01.81	498.5	115	82.5	70.5	75.5		
	% 100	23.07	16.55	14.14	15.15		
26.01.81	421.5	79	104.5	77	39.5	17.5	
	% 100	18.74	24.79	18.27	9.37	4.15	
27.01.81	438	132.5	65.5	50.5	30.5		
	% 100	30.25	14.95	11.53	6.96		
10.02.81	395.5	106	74	35	74.5		
1g L-Trypt.	% 100	26.4	18.71	8.85	18.84		
11.02.81	349	39	71	97.5	60.5		
1g L-Trypt.	% 100	11.17	20.34	27.94	17.34		
11.03.81	329	17	57	34	64.5		
1g L-Trypt.	% 100	5.17	17.33	10.33	19.6		
12.03.81	370.5	82	67.5	51	97		
1g L-Trypt.	% 100	22.13	18.22	13.77	26.18		
08.04.81	338.5	34	59	63	52		
2g L-Trypt.	% 100	10.04	17.43	18.61	15.36		
09.04.81	339	63	74	65	57.5		
2g L-Trypt.	% 100	18.58	21.83	19.17	16.96		
04.05.81	360	87	54.5	73.5	69.5		
1g L-Trypt.	% 100	24.17	15.14	20.42	19.31		
05.05.81	323.5	70.5	88.5	56.5			
1g L-Trypt.	% 100	21.79	27.36	17.47			
14./15.11.82	462.5	90	57.5	69.5	57	91	
	% 100	19.46	12.43	15.03	12.32	19.68	
15./16.11.82	388	84.5	50				
	% 100	21.78	12.89				

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB)

Tabelle 18c NonREM-REM-Zyklen: Mittlere Zyklusdauer pro Nacht bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed. \ Var.	Nacht	NonREM-REM-Zyklen (min) Spannbreite Gleichwert		NonREM-REM-Zyklen (% TIB) Spannbreite Gleichwert	
München 1981 Synchron. L-Tryptophan	1	65.5- 173	110.25	13.14-34.7	22.12
	2	43 -106.5	83.5	10.02-25.27	19.81
	3	52 -187.5	104.88	11.87-42.81	23.95
	4	67 -129.5	95.63	16.94-32.74	24.18
	5	46.5- 109	68.6	13.32-31.23	19.65
	6	12 - 78.5	54.08	3.65-23.86	16.44
	7	56 - 98.5	73.9	15.11-26.59	19.95
	8	34 - 91.5	66.3	10.04-27.03	19.59
	9	66 - 83.5	77.38	19.47-24.63	22.83
	10	59.5- 99.5	77.5	16.53-27.64	21.53
	11	67 -127.5	106.83	20.71-39.41	33.02
∅		12 -187.5	83.53±18.47	3.65-42.81	22.1±4.27
München 1982 Synchron.	1	62 -111.5	81.7	13.41-24.11	17.67
	2	97.5-270.5	184.0	25.13-69.72	47.43
∅		62 -270.5	132.85±72.34	13.41-69.72	32.55±21.05
Andechs Synchron.	1	56 - 281	109.1	9.71-48.74	18.92
	2	64.5-128.5	98.0	13.1 -26.09	19.9
∅		56 - 281	103.55±7.85	9.71-48.74	19.41±0.69
Andechs Freilauf	3	59.5- 136	81.14	9.57-21.88	13.06
	4	57 -149.5	86.5	9.38-24.59	14.23
	5	73 -103.5	86.9	16.01-22.7	19.06
	6	71 - 128	86.17	12.2 -21.99	14.81
	7	50.5-108.5	76.29	8.99-19.31	13.57
	8	59 - 145	84.42	10.75-26.41	15.38
	9	50 - 142	82.0	8.12-23.05	13.31
	10	42 - 225	79.59	6.53-34.97	12.37
	11	51.5-95.5	76.33	10.47-19.41	15.52
∅		42 -225	82.15±4.16	6.53-34.97	14.59±1.99

Tabelle 18d REM-NonREM-Zyklen: Mittlere Zyklusdauer pro Nacht bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	Nacht	REM-NonREM -Zyklen (min)		REM-NonREM-Zyklen (% TIB)	
			Spannbreite	Gleichwert	Spannbreite	Gleichwert
München		1	70.5- 115	85.88	14.14-23.07	17.23
1961		2	17.5-104.5	63.5	4.15-24.79	15.06
Synchron.		3	30.5-132.5	69.75	6.96-30.25	15.92
L-Tryptophan		4	35 - 106	72.38	8.85-26.8	18.3
		5	20.5- 97.5	57.7	5.87-27.94	16.53
		6	17 - 64.5	44	5.17-19.6	13.37
		7	4.5- 97	60.4	1.21-26.18	16.3
		8	34 - 63	50.8	10.04-18.61	15.01
		9	57.5- 74	64.88	16.96-21.63	19.14
		10	54.5- 87	71.13	15.14-24.17	19.76
		11	56.5- 86.5	71.83	17.47-27.36	22.21
Ø			4.5-132.5	64.75 _{+11.47}	1.21-30.25	17.17 _{+2.52}
München		1	57 - 91	73	12.32-19.68	15.78
1962		2	50 - 84.5	67.25	12.89-21.78	17.34
Synchron.						
Ø			50 - 91	70.13 _{+4.07}	12.32-21.78	16.56 _{+1.11}
Andechs		1	44.5- 65.5	62.7	7.72-14.53	10.88
Synchron.		2	12.5- 99	76.2	2.54-20.1	15.47
Ø			12.5- 99	69.45 _{+9.55}	2.54-20.1	13.18 _{+3.24}
Andechs		3	48.5- 97	70.5	7.8 -15.61	11.34
Freilauf		4	50.5- 107	78.58	8.31-17.6	12.93
		5	35 -108.5	73	7.68-23.79	16.01
		6	54.5- 108	76	9.36-18.56	13.06
		7	44 -106.5	68.29	7.83-19.31	12.15
		8	56.5- 88	69	10.29-16.03	12.57
		9	53.5- 90.5	69.14	8.69-14.69	11.23
		10	13.5- 97.5	52.81	2.1 -15.15	6.21
		11	49.5- 91	66.92	10.06-18.5	13.6
Ø			13.5-108.5	69.36 _{+7.29}	2.1 -23.79	12.34 _{+2.1}

Tabelle 18e
Blatt 1

NonREM-REM-Zyklen und REM-NonREM-Zyklen:
Mittlere Dauer der einzelnen Zyklen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	TIB	NonREM-REM-Zyklen (min)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
München 1981 Synchron. (11 Nächte)		378.45 +54.76 -	(n=11) 109.59 -40.93 -28.5% +7.9% -	(n=11) 78 -35.44 -20.07% +7.82% -	(n=11) 78.59 +24.29 -21.18% +7.73% =	(n=10) 65.2 +13.36 -17.21% +4.1% =	(n=5) 62.1 +16.59 -17.57% +5.87%	(n=1) 78.5 23.86%		
München 1982 Synchron. (2 Nächte)		425.25 +52.68 -	(n=2) 191 +112.43 -46.92% +32.25% =	(n=2) 89.5 +11.31 -21.38% +5.3%	(n=1) 71 15.35% =	(n=1) 62 13.41% =	(n=1) 82.5 17.84%			
Andechs Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)		534.5 +59.4 -	204.75 -107.83 -37.42% +16.02% =	69 +11.31 -13.11% +3.57% =	98.25 +34.29 -18.86% +8.51% =	85.5 +16.97 -16.28% +4.99% =	60.25 +6.01 -11.41% +2.4%			
Andechs Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)		570 +67.59 -	134.72 -40.73 -23.41% +5.3% =	65.11 +13.18 -11.71% +3.41% =	66.67 +12.94 -12.01% +3.5% =	85.78 +26.05 -15.17% +4.73% =	69.72 +7.96 -12.5% +2.86% =	(n=8) 72.06 +5.11 -12.42% +1.45% =	(n=4) 76.25 +11.36 -12.58% +2.51% =	(n=1) 68 10.57

Stadt. Nacht	total TIB	S-0 (wach)			S-1			S-2			S-3		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
Synchron. 26./27.7.82	576.5 % 100	158.5 27.49	13 2.25	17.5 3.04	6.5 1.13	3.5 0.61	5 0.87	16 2.78	116.5 20.21	116.5 20.21	8.5 1.47	32.5 5.64	3 0.52
27./28.7.82	492.5 % 100	56.5 11.47	6.5 1.32	5 1.02	6.5 1.32	7 1.42	8 1.62	53.5 10.86	71 14.42	98.5 20	33.5 6.8	19.5 3.96	2 0.41
Freilauf 28./29.7.82	621.5 % 100	65.5 10.54	3.5 0.56	10 1.61	22 3.54	2.5 0.4	12 1.93	58 9.33	146 23.49	127 20.43	41 6.6	16.5 2.65	0.5 0.08
29./30.7.82	608 % 100	63 10.36	20.5 3.37	6 0.99	22 3.62	20 3.29	14.5 2.38	84.5 13.9	115 18.91	89 14.64	21.5 3.54	1.5 0.25	
30./31.7.82	456 % 100	37 8.11	4.5 0.99	22 4.82	5.5 1.21	2 0.44	3.5 0.77	35.5 7.79	82 17.98	71 15.57	39.5 8.66	19 4.17	5 1.1
31.7./1.8.82	582 % 100	73 12.54	4 0.69	15.5 2.66	2 0.34	1.5 0.26	6.5 1.12	39 6.7	132.5 22.77	110.5 18.99	49 8.42	6 1.03	1 0.17
01./02.8.82	562 % 100	38.5 6.85	5.5 0.98	10.5 1.87	1.5 0.27	4 0.71	8.5 1.51	87.5 15.57	117.5 20.91	124.5 22.15	42 7.47	4 0.71	
02./03.8.82	549 % 100	74 13.48	11.5 2.09	56.5 10.29	14 2.55	7 1.28	6 1.09	50 9.11	102.5 18.67	91 16.58	31 5.65	12 2.19	
03./04.8.82	616 % 100	72 11.69	15.5 2.52	42.5 6.9	29.5 4.79	12 1.95	11 1.79	71 11.53	124.5 20.21	116.5 18.91	16 2.6	3.5 0.57	
04./05.8.82	643.5 % 100	167.5 26.03	9.5 1.48	31.5 4.9	16 2.49	4 0.62	14.5 2.25	27 4.2	115 17.87	138.5 21.52	3.5 0.54	29.5 4.58	1.5 0.23
05./06.8.82	492 % 100	31.5 6.4	25 5.08	35 7.11	4.5 0.91	6.5 1.32	2 0.41	35.5 7.22	91.5 18.6	84.5 17.17	23.5 4.78	6 1.22	
Synchron. 06./07.8.82	425.5 % 100	142 33.37	142 33.37	84.5 19.86			4 0.94		25	5.88	25		5.88

Nacht	Stad.	total TIB	S-4			SWS			S-5 (REM)			MT		
			1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR
Synchron. 26./27.7.82		576.5 % 100	2.5 0.43	6.5 1.13		11 1.91	39 6.76	3 0.52	20 3.47	50.5 8.76				
27./28.7.82		492.5 % 100	1 0.2	2 0.41		34.5 7.01	21.5 4.37	2 0.41	13 2.64	50.5 11.68	0.5 0.1	0.5 0.1		
Freilauf 28./29.7.82		621.5 % 100	4.5 0.72			45.5 7.32	16.5 2.65	0.5 0.08	15 2.41	38.5 6.19	57.5 9.25	1 0.16	0.5 0.08	
29./30.7.82		608 % 100				21.5 3.54	1.5 0.25		10.5 1.73	4.5 7.4	24 3.95	1 0.16	0.5 0.08	69 F!
30./31.7.82		456 % 100	21.5 4.71	4 0.88	0.5 0.11	61 13.38	23 5.04	5.5 1.21	12.5 2.74	40.5 8.88	49 10.75	0.5 0.11	1 0.22	
31.7./1.8.82		582 % 100	18 3.09			67 11.51	6 1.03	1 0.17	13 2.23	49 8.42	60.5 10.4	1 0.17		
01./02.8.82		562 % 100	1 0.18			43 7.65	4 0.71		16.5 2.94	55.5 9.88	44 7.83	0.5 0.09	0.5 0.09	
02./03.8.82		549 % 100	2 0.36			33 6.01	12 2.19		10 1.82	49 8.93	28 5.1	2 0.36	1 0.18	1.5 0.27
03./04.8.82		616 % 100				16 2.6	3.5 0.57		16.5 2.68	48.5 7.87	34 5.52	0.5 0.08	1 0.16	1.5 0.24
04./05.8.82		643.5 % 100		6.5 1.01		3.5 0.54	36 5.59	1.5 0.23	50 7.77	28 4.35		0.5 0.08	0.5 0.08	
05./06.8.82		492 % 100	48.5 9.86			72 14.63	6 1.22		20 4.07	35 7.11	42 8.54	0.5 0.1	0.5 0.1	
Synchron. 06./07.8.82		425.5 % 100						25 5.88			3 0.71			

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB).

Tabelle 19b
Blatt 1

Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhezeit (München)

Nacht	Stad. TIE	S-0 (wach)			S-1			S-2			S-3		
		1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR
25.01.81	498.5 % 100	36.5 7.32	46	9.23	46	24	33	61.5	83.5	45	13	32.5	
26.01.81	421.5 % 100	30 7.12	4	0.95	26	1	11	55.5	90.5	80	26.5	25.5	
27.01.81	438 % 100	38 8.68	9	2.05	35	14	10.5	45.5	82	75.5	26.5	10	
10.02.81	395.5 % 100	26 6.57	10	2.53	16		9	42	63.5	35.5	9.5	42	
11.02.81	349 % 100	15.5 4.44	7	2.01	4	1	1.5	41.5	59	78.5	42.5	8	
11.03.81	329 % 100	4 1.22	4.5	1.37	1.15	0.29	0.43	11.89	16.91	22.49	12.18	2.29	
12.03.81	370.5 % 100	7 1.89	1	0.27	8.5	4	5	62.5	86	52.5	27	6.5	
08.04.81	338.5 % 100	20 5.91	7.5	2.22	34.5	10	7	72	69	66	2		
09.04.81	339 % 100	15.5 4.57	18	5.31	9.31	2.7	1.89	19.43	18.62	17.81	0.54		
04.05.81	360 % 100	22 6.11	1.5	0.42	11.5	3.5	20.5	56.5	84.5	40.5	16.5	3	
05.05.81	323.5 % 100	5.5 1.7	3	0.93	3.4	1.03	6.06	16.69	24.96	11.96	4.87	0.89	
14./15.11.82	462.5 % 100	36.5 7.89	8	1.73	15.5	15.5	29	69	60.5	31	8	3.5	
15./16.11.82	388 % 100	85.5 22.04	77 19.85	27 6.96	4.57	4.57	8.55	20.35	17.85	9.14	2.36	1.03	
					41	3.5	11	32	88.5	77.5	1		
					11.39	0.97	3.06	8.89	24.58	21.53			
					7.5	7.5	12.5	76	53	37	17.5	13.5	
					2.32	2.32	3.86	23.49	16.38	11.44	5.41	4.17	
					24	5	8.5	65	101	49	16	16.5	
					5.19	1.08	1.84	14.05	21.84	10.59	3.46	3.57	
					6	4	5.5	32.5	30.5	46.5	5.5	16	15.5
					1.55	1.03	1.42	8.38	7.86	11.98	1.42	4.12	3.99

Tabelle 19b
Blatt 2

Nacht	total	S-4			SWS			S-5 (REM)			MT		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
25.01.81	498.5 % 100	1			15	32.5		8	25	41		1	1.5
		0.2			2.81	6.52		1.6	5.02	8.22		0.2	0.3
26.01.81	421.5 % 100				26.5	25.5		2.5	21.5	44.5		2	1
					6.29	6.05		0.59	5.1	10.56		0.47	0.24
27.01.81	438 % 100	0.5			27	10		29	39.5		0.5	2	0.5
		0.11			6.16	2.28			6.62	9.02	0.11	0.46	0.11
10.02.81	395.5 % 100	16.5			26	42		21	25.5	76	1	1	1
1q L-Trypt.		4.17			6.57	10.62		5.31	6.45	19.27	0.25	0.25	0.25
11.02.81	349 % 100				42.5	8		12.5	47.5	28.5	0.5	1	0.5
1q L-Trypt.					12.18	2.29		3.58	13.61	8.17	0.14	0.29	0.14
11.03.81	329 % 100				27	6.5		7	9.5	46.5	0.5	3.5	1.5
1q L-Trypt.					8.21	1.98		2.13	2.89	14.13	0.15	1.06	0.46
12.03.81	370.5 % 100				2			7	43	48	1	1.5	1.5
1q L-Trypt.					0.54			1.89	11.61	12.96	0.27	0.4	0.4
08.04.81	338.5 % 100				16.5	3		7	20.5	42	1.5	1.5	2
2q L-Trypt.					4.87	0.89		2.07	6.06	12.41	0.44	0.44	0.59
09.04.81	339 % 100				8	3.5		3	33	34	2	0.5	1
2q L-Trypt.					2.36	1.03		0.88	9.73	10.03	0.59	0.15	0.29
04.05.81	360 % 100					1		24	24	19.5	1	1.5	2
1q L-Trypt.						0.28		6.67	6.67	5.42	0.28	0.42	0.56
05.05.81	323.5 % 100				17.5	13.5			32.5	53.5	1.5	1.5	1.5
1q L-Trypt.					5.41	4.17			10.05	16.54	0.46	0.46	0.46
14./15.11.82	462.5 % 100	0.5			16.5	16.5		12	23.5	48.5		1	
		0.11			3.57	3.57		2.59	5.08	10.49		0.22	
15./16.11.82	388 % 100		0.5		5.5	16.5	15.5		1.5	34.5			
			0.13		1.42	4.25	3.99		0.39	8.89			

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB).

Tabelle 19c Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Ruhezeit
Blatt 1 Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed. Schlaf- stadien	München 1981 Synchronisation (11 Nächte)	München 1982 Synchronisation (2 Nächte)	Andechs Synchronisation 1.u.2.Nacht (2 Nächte)	Andechs Freilauf 3.-11.Nacht (9 Nächte)
total IIb (min)	378.45 ± 54.76	425.25 ± 52.68	534.5 ± 59.4	570 ± 62.59
1. DR	20 5.05 ± 11.88 ± 2.52%	61 14.99 ± 34.65 ± 9.98%	107.5 19.48 ± 72.12 ± 11.33%	69.11 11.78 ± 40.56 ± 5.88%
2. DR	0.95 ± 2.7 0.22 ± 0.62%	42.5 10.79 ± 48.79 ± 12.61%	9.75 1.79 ± 4.6 ± 0.66%	11.06 1.97 ± 7.8 ± 1.49%
3. DR	11.91 ± 12.77 2.06 ± 2.74%	37.25 8.62 ± 14.5 ± 2.34%	11.25 2.03 ± 8.84 ± 1.43%	25.5 4.57 ± 17.08 ± 3.11%
1. DR	22.32 ± 14.77 5.65 ± 3.38%	15 3.37 ± 12.73 ± 2.57%	6.5 1.23 ± 0 ± 0.13%	13 2.19 ± 10.16 ± 1.6%
2. DR	7.64 ± 7.55 1.94 ± 1.71%	4.5 1.06 ± 0.71 ± 0.04%	5.25 1.02 ± 2.47 ± 0.57%	6.61 1.14 ± 5.98 ± 0.97%
3. DR	13.64 ± 9.85 3.57 ± 2.48%	7 1.63 ± 2.12 ± 0.3%	6.5 1.25 ± 2.12 ± 0.53%	8.72 1.47 ± 4.58 ± 0.67%
1. DR	55.82 ± 14.11 15.11 ± 4.87%	48.75 11.22 ± 22.95 ± 4.01%	34.75 6.82 ± 26.52 ± 5.71%	54.22 9.48 ± 22.39 ± 3.62%
2. DR	74.55 ± 13.68 19.86 ± 3.77%	65.75 14.85 ± 49.85 ± 9.89%	93.75 17.32 ± 32.17 ± 4.09%	114.06 19.93 ± 19.85 ± 2.07%
3. DR	56.27 ± 19.5 14.96 ± 5.06%	47.75 11.29 ± 1.77 ± 0.98%	107.5 20.11 ± 12.73 ± 0.15%	105.83 18.44 ± 22.83 ± 2.63%
1. DR	17.18 ± 11.41 4.63 ± 3.57%	10.75 2.44 ± 7.42 ± 1.44%	21 4.14 ± 17.68 ± 3.77%	29.67 5.36 ± 14.7 ± 2.76%
2. DR	13.23 ± 13.99 3.28 ± 3.27%	16.25 3.85 ± 0.35 ± 0.39%	26 4.8 ± 9.19 ± 1.19%	10.89 1.93 ± 9.24 ± 1.59%
3. DR		7.75 2 ± 10.96 ± 2.82%	2.5 0.47 ± 0.71 ± 0.08%	0.89 0.18 ± 1.63 ± 0.36%

Tabelle 19c
Blatt 2

Bed. Schlaf- stadien	München 1981 Synchronisation (11 Nächte)	München 1982 Synchronisation (2 Nächte)	Andechs Synchronisation 1.u.2.Nacht (2 Nächte)	Andechs Freilauf 3.-11.Nacht (9 Nächte)
total TIB (min)	378.45 ± 54.76	425.25 ± 52.68	534.5 ± 59.4	570 ± 62.59
1. DR	1.64 ± 4.94 0.41 ± 1.25%	0.25 ± 0.35 0.06 ± 0.08%	1.75 ± 1.06 0.32 ± 0.16%	10.61 ± 16.4 2.1 ± 3.35%
2. DR		0.25 ± 0.35 0.07 ± 0.09%	4.25 ± 3.18 0.77 ± 0.51%	1.17 ± 2.4 0.21 ± 0.42%
3. DR				0.06 ± 0.17 0.01 ± 0.04%
1. DR	18.91 ± 12.57 5.04 ± 3.52%	11 ± 7.78 2.5 ± 1.52%	22.75 ± 16.62 4.46 ± 3.61%	40.28 ± 23.8 7.46 ± 4.9%
2. DR	13.23 ± 13.99 3.28 ± 3.27%	16.5 ± 0 3.91 ± 0.48%	30.25 ± 12.37 5.57 ± 1.69%	12.06 ± 11.38 2.14 ± 1.96%
3. DR		7.75 ± 10.96 2 ± 2.82%	2.5 ± 0.71 0.47 ± 0.08%	0.94 ± 1.79 0.19 ± 0.39%
1. DR	8.36 ± 7.94 2.25 ± 2.15%	6 ± 8.49 1.3 ± 1.83%	6.5 ± 9.19 1.32 ± 1.87%	12.67 ± 5.71 2.29 ± 1.1%
2. DR	28.27 ± 10.6 7.62 ± 3.21%	12.5 ± 15.56 2.74 ± 3.32%	38.75 ± 26.52 7.58 ± 5.81%	45.67 ± 6.5 8.05 ± 1.11%
3. DR	43 ± 14.49 11.52 ± 4.04%	41.5 ± 9.9 9.69 ± 1.13%	50.5 ± 0 9.51 ± 1.05%	40.78 ± 13.24 7.3 ± 2.62%
1. DR	0.86 ± 0.64 0.24 ± 0.19%			0.72 ± 0.56 0.13 ± 0.1%
2. DR	1.55 ± 0.79 0.42 ± 0.24%		0.25 ± 0.35 0.05 ± 0.67%	0.44 ± 0.46 0.08 ± 0.08%
3. DR	1.27 ± 0.52 0.35 ± 0.16%	0.5 ± 0.71 0.11 ± 0.16%	0.25 ± 0.35 0.05 ± 0.67%	0.67 ± 0.56 0.12 ± 0.15%

Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafzeit (Andechs)

Stad.	total SPT	S-0 (Wach)			S-1			S-2			S-3		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
Nacht													
Synchron. 26./27.7.82	541 % 100	136 25.14	10 1.85	10 1.85	4.5 0.83	3 0.55	5 0.92	28 5.18	108.5 20.06	112.5 20.79	9 1.66	32 5.91	3 0.55
27./28.7.82	463 % 100	28 6.05	7 1.51	4 0.86	6 1.3	9 1.94	6 1.3	54 11.66	77 16.63	92 19.87	50 10.8	3 0.65	2 0.43
Freilauf 28./29.7.82	586 % 100	38 6.48	3.5 0.6	9 1.54	15 2.56	3 0.51	11.5 1.96	80.5 13.74	127.5 21.76	123 20.99	41 7	16.5 2.82	0.5 0.09
29./30.7.82*	551 % 100	18.5 3.36	13 2.36	6 1.09	17.5 3.18	20.5 3.72	13.5 2.45	111.5 20.24	106 19.24	71 12.89	22 3.99	1 0.18	
30./31.7.82	396 % 100	2.5 0.63	3 0.76	2 0.51	1.5 0.38	2 0.51	3.5 0.88	36.5 9.22	81 20.45	71 17.93	49 12.37	9.5 2.4	5 1.26
31.7./1.8.82	503 % 100	4 0.8	3 0.6	8.5 1.69	1.5 0.3	6.5 1.29	6.5 1.29	76 15.11	114 22.66	92 18.29	50.5 10.04	5 0.99	0.5 0.1
01./02.8.82	517 % 100	2 0.39	4 0.77	4 0.77	2 0.39	3.5 0.68	8 1.55	96 18.57	110.5 21.37	123 23.79	42 8.12	4 0.77	
02./03.8.82	471.5 % 100	13.5 2.86	23.5 4.98	31 6.57	12.5 2.65	5 1.06	6 1.27	66 14	86.5 18.35	91 19.3	38.5 8.17	4.5 0.95	
03./04.8.82	498.5 % 100	10.5 2.11	16 3.21	6.5 1.3	9.5 1.91	14 2.81	8.5 1.71	108.5 21.77	87 17.45	116.5 23.37	18.5 3.71	1 0.2	
04./05.8.82	498 % 100	44.5 8.94	19 3.82	10.5 2.11	5.5 1.1	8.5 1.71	9.5 1.91	74 14.86	86.5 17.37	120 24.1	25.5 5.12	7.5 1.51	1.5 0.3
05./06.8.82	429.5 % 100	10 2.33	18 4.19	2 0.47	3.5 0.81	5.5 1.28	3 0.7	35.5 8.27	80 18.63	96 22.35	23.5 5.47	6 1.4	
Synchron. 06./07.8.82	101 % 100	12.5 12.38	33 32.67		1.5 1.49	1 0.99	1 0.99	17 16.83	8 7.92		16.5 16.34	8.5 8.42	

*) Die vierte Nacht enthält 69min (12.52% von SPT) fehltzeit am Ende.

Tabelle 20a
Blatt 2

Nacht	total SPT	S-4			SWS			S-5 (REM)			NT		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
Synchron. 26./27.7.82	541 % 100	2.5 0.46	6.5 1.2		11.5 2.13	38.5 7.12	3 0.55	20 3.7	50.5 9.33				
27./28.7.82	463 % 100	3 0.65			53 11.45	3 0.65	2 0.43	13 2.81	57.5 12.42	50.5 10.91		0.5 0.11	0.5 0.11
freilauf 28./29.7.82	586 % 100	4.5 0.77			45.5 7.76	16.5 2.82	0.5 0.09	15 2.56	44.5 7.59	51.5 8.79	1 0.17		0.5 0.09
29./30.7.82 *	551 % 100				22 3.99	1 0.18		13 2.36	42.5 7.71	24 4.36	1 0.18	0.5 0.09	0.5 0.09
30./31.7.82	396 % 100	25.5 6.44		0.5 0.13	74.5 18.81	9.5 2.4	5.5 1.39	16.5 4.17	36.5 9.22	49 12.37	0.5 0.13	1 0.25	
31.7./1.8.82	503 % 100	18 3.58			68.5 13.62	5 0.99	0.5 0.1	19 3.78	43 8.55	60.5 12.03			
01./02.8.82	517 % 100	1 0.19			43 8.32	4 0.77		28.5 5.51	49.5 9.57	38 7.35	0.5 0.1	0.5 0.1	
02./03.8.82	471.5 % 100	2 0.42			40.5 8.59	4.5 0.95		21.5 4.56	37.5 7.95	28 5.94	3 0.64		1.5 0.32
03./04.8.82	498.5 % 100				18.5 3.71	1 0.2		18.5 3.71	46.5 9.33	34 6.82	0.5 0.1	1.5 0.3	1 0.2
04./05.8.82	498 % 100	6.5 1.31			32 6.43	7.5 1.51	1.5 0.3	9.5 1.91	44.5 8.94	24 4.82	0.5 0.1	0.5 0.1	0.5 0.1
05./06.8.82	429.5 % 100	48.5 11.29			72 16.76	6 1.4		21.5 5.01	33.5 7.8	42 9.78	0.5 0.12	0.5 0.12	0.5 0.12
Synchron. 06./07.8.82	101 % 100				16.5 16.34	8.5 8.42		3 2.97					

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die Schlafzeit (SPT).

Tabelle 20b
Blatt 1

Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafzeit (München)

Baent	Stad.	total SPT	S-0 (wach)			S-1			S-2			S-3		
			1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR	1.DR	2.DR	3.DR
25.01.81		384 % 100	1 0.26		11.5 2.99	25 6.51	0.5 0.13	33 8.59	73.5 19.14	75.5 19.66	41 10.68	13 3.39	32.5 8.46	
26.01.81		392.5 % 100	11 2.8			20 5.1	1 0.25	11 2.8	60 15.29	92 23.44	74 18.85	37.5 9.55	14.5 3.69	
27.01.81		351.5 % 100		9 2.56	6 1.71	0.5 0.14	14 3.98	10.5 2.99	51 14.51	76.5 21.76	75.5 21.48	36 10.24	0.5 0.14	
10.02.81		353 % 100	1 0.28		2.5 0.71	6 1.7		9	57 16.15	54.5 15.44	29.5 8.36	15 4.25	36.5 10.34	
11.02.81		328.5 % 100	1.5 0.46		1 0.3	4.5 1.37		1.5 0.46	48 14.61	53 16.13	78 23.74	42.5 12.94	8 2.44	
11.03.81		318 % 100				6 1.89	4 1.26	5 1.57	62.5 19.65	85.5 26.89	53 16.67	30 9.43	3.5 1.1	
12.03.81		354.5 % 100	1 0.28			28 7.9	9.5 2.68	5 1.41	79 22.28	64 18.05	64 18.05	2 0.56		
08.04.81		305.5 % 100			0.5 0.16	7.5 2.45	2 0.65	20.5 6.71	62 20.29	83 27.17	36.5 11.95	16.5 5.4	3 0.98	
09.04.81		319.5 % 100	4.5 1.41		12 3.76	13 4.07	15.5 4.85	29 9.08	76 23.79	53.5 16.74	31 9.7	8 2.5	3.5 1.1	
04.05.81		335.5 % 100	14.5 4.32	1.5 0.45	4 1.19	30 8.94	4 1.19	10.5 3.13	41.5 12.37	80.5 23.99	76 22.65	1 0.3		
05.05.81		307.5 % 100					7.5 2.44	12.5 4.07	76 24.72	55 17.89	35 11.38	17.5 5.69	13.5 4.39	
14./15.11.82		419.5 % 100	20 4.77	8 1.91	26.5 6.32	18.5 4.41	5 1.19	8.5 2.03	68 16.21	92 21.93	55 13.11	20.5 4.89	11 2.62	1 0.24
15./16.11.82		317 % 100	63 19.87	51.5 16.25	7 2.21	3 0.95	4 1.26	5.5 1.74	34 10.73	30 9.46	45.5 14.35	5.5 1.74	16 5.05	15.5 4.89

Tabelle 20b
Blatt 2

Stad.	total SPT	S-4			SWS			S-5 (REM)			MT		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
15.01.81	384 % 100	1			14	32.5		13.5	19.5	41	1		1.5
26.01.81	392.5 % 100				37.5	14.5		3.52	5.08	10.68	0.26		0.39
27.01.81	351.5 % 100	0.5			9.55	3.69		2.5	21.5	44.5		2	1
		0.14			36.5	0.5		0.64	5.48	11.34		0.51	0.25
10.02.81	353 % 100	16.5			10.38	0.14		28.5	15	25	0.5	2	0.5
11.02.81	328.5 % 100	4.67			31.5	36.5		8.11	4.27	7.11	0.14	0.57	0.14
11.03.81	318 % 100				8.92	10.34		21	25.5	76	1	1	1
12.03.81	354.5 % 100				42.5	8		5.95	7.22	21.53	0.28	0.28	0.28
08.04.81	305.5 % 100				12.94	2.44		12.5	47.5	28.5	0.5	1	0.5
09.04.81	319.5 % 100				30	3.5		3.81	14.46	8.68	0.15	0.3	0.15
04.05.81	335.5 % 100				2	1.1		7	9.5	46.5	0.5	3.5	1.5
05.05.81	307.5 % 100				2			2.2	2.99	14.62	0.16	1.1	0.47
14./15.11.82	419.5 % 100	0.5			16.5	3		7	43	48	1	1.5	1.5
15./16.11.82	317 % 100	0.12			5.4	0.98		1.97	12.13	13.54	0.28	0.42	0.42
					2			14	13.5	42	2	0.5	2
					8	3.5		4.58	4.42	13.75	0.65	0.16	0.65
					2.5	1.1		3	33.5	33.5	2	0.5	1
					1			0.94	10.49	10.49	0.63	0.16	0.31
					0.3			24	24	19.5	1	2	1.5
					17.5	13.5		7.15	7.15	5.81	0.3	0.6	0.45
					5.69	4.39		7.5	25	53.5	1.5	1.5	1.5
								2.44	8.13	17.4	0.49	0.49	0.49
14./15.11.82	419.5 % 100	0.5			21	11		12	23.5	48.5	1	1	1
15./16.11.82	317 % 100	0.12			5.01	2.62	0.24	2.86	5.6	11.56		0.24	
			0.5		5.5	16.5	15.5		3.5	32.5			
			0.16		1.74	5.21	4.89		1.1	10.25			

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die Schlafzeit (SPT).

Tabelle 20c
 Häufigkeit der Schlafstadien in jedem Drittel der Schlafzeit
 Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

bed. Schlaf- stadien	München 1981 Synchronisation (11 Nächte)	München 1982 Synchronisation (2 Nächte)	Andechs Synchronisation 1.u.2.Nacht (2 Nächte)	Andechs Freilauf 3.-11.Nacht (9 Nächte)
total SPI (min)	340.91 ± 29.15	368.25 ± 72.48	502 ± 55.15	494.5 ± 57.69
1.DR	3.14 ± 4.98	41.5 ± 30.41	82 ± 76.37	15.94 ± 15.4
2.DR	0.89 ± 1.42%	12.32 ± 10.68%	15.6 ± 13.5%	3.1 ± 2.87%
S-0 Wach	0.95 ± 2.7	29.75 ± 30.76	8.5 ± 2.12	11.44 ± 8.14
	0.51 ± 0.81%	9.08 ± 10.14%	1.68 ± 0.24%	2.37 ± 1.74%
3.DR	4.17 ± 4.63	16.75 ± 13.79	7 ± 4.24	8.83 ± 8.84
	0.98 ± 1.32%	4.27 ± 2.91%	1.36 ± 0.7%	1.78 ± 1.88%
1.DR	12.77 ± 11.1	10.75 ± 10.96	5.25 ± 1.06	7.44 ± 6.4
2.DR	3.64 ± 3.09%	2.68 ± 2.45%	1.07 ± 0.33%	1.44 ± 1.16%
S-1	5.27 ± 5.61	4.5 ± 0.71	6 ± 4.24	7.06 ± 6.36
	1.58 ± 1.69%	1.23 ± 0.05%	1.25 ± 0.98%	1.4 ± 1.17%
3.DR	13.41 ± 10.02	7 ± 2.12	5.5 ± 0.71	7.78 ± 3.47
	3.94 ± 2.91%	1.89 ± 0.21%	1.11 ± 0.27%	1.52 ± 0.55%
1.DR	62.41 ± 12.56	51 ± 24.04	41 ± 18.38	85 ± 29.07
2.DR	18.44 ± 4.13%	13.47 ± 3.87%	8.42 ± 4.58%	15.09 ± 4.57%
S-2	70.27 ± 14.62	61 ± 43.84	92.75 ± 22.27	97.67 ± 17.12
	20.65 ± 4.24%	15.7 ± 8.82%	18.35 ± 2.43%	19.7 ± 1.94%
3.DR	53.95 ± 19.97	50.25 ± 6.72	102.25 ± 14.5	100.39 ± 21.13
	15.77 ± 5.57%	13.73 ± 0.88%	20.33 ± 0.65%	20.33 ± 3.64%
1.DR	19.91 ± 14.46	13 ± 10.61	29.5 ± 28.99	34.5 ± 12.22
2.DR	5.84 ± 4.18%	3.32 ± 2.23%	6.23 ± 6.46%	7.11 ± 2.88%
S-3	10.5 ± 12.91	13.5 ± 3.54	17.5 ± 24.75	6.11 ± 4.77
	2.97 ± 3.52%	3.84 ± 1.72%	3.28 ± 3.72%	1.25 ± 0.9%
3.DR		4.25 ± 10.25	2.5 ± 0.71	1.83 ± 1.64
		2.57 ± 3.29%	0.49 ± 0.08%	0.2 ± 0.41%

Tabelle 20c
Blatt 2

Bed. Schlaf- stadien	München 1981 Synchronisation (11 Nächte)	München 1982 Synchronisation (2 Nächte)	Andechs Synchronisation 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)	Andechs Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)
total SPT (min)	340.91 ± 29.15	368.25 ± 72.48	502 ± 55.15	494.5 ± 57.69
1. DR	1.64 ± 4.94 0.46 ± 1.4%	0.25 ± 0.35 0.06 ± 0.08%	2.75 ± 3.89 0.56 ± 0.13%	11.78 ± 16.38 2.67 ± 3.88%
2. DR		0.25 ± 0.35 0.08 ± 0.11%	3.25 ± 4.6 0.6 ± 0.85%	
3. DR				0.06 ± 0.17 0.01 ± 0.04%
1. DR	21.55 ± 34.74 6.3 ± 4.24%	13.25 ± 10.96 3.35 ± 2.31%	32.25 ± 29.34 6.79 ± 6.59%	46.28 ± 21.1 9.78 ± 5.41%
2. DR	10.5 ± 12.91 2.97 ± 3.52%	13.75 ± 3.69 3.92 ± 1.83%	20.75 ± 25.1 3.89 ± 4.57%	6.11 ± 4.77 1.25 ± 0.9%
3. DR		8.25 ± 10.25 2.57 ± 3.29%	2.5 ± 0.71 0.49 ± 0.06%	0.89 ± 1.8 0.21 ± 0.45%
1. DR	12.77 ± 8.59 3.76 ± 3.1%	6 ± 8.49 1.43 ± 2.02%	6.5 ± 9.19 1.41 ± 1.99%	18.11 ± 4.61 3.73 ± 1.24%
2. DR	25.23 ± 11.91 7.44 ± 3.6%	13.5 ± 14.14 3.35 ± 3.15%	38.75 ± 26.52 8.06 ± 6.17%	42 ± 5.16 8.52 ± 0.77%
3. DR	41.64 ± 15.49 12.27 ± 4.57%	40.5 ± 11.31 10.91 ± 0.93%	50.5 ± 0 10.12 ± 1.12%	39 ± 12.87 8.03 ± 2.93%
1. DR	1 ± 0.63 0.3 ± 0.16%			0.83 ± 0.87 0.17 ± 0.24%
2. DR	1.41 ± 0.88 0.42 ± 0.29%		0.25 ± 0.35 0.06 ± 0.08%	0.39 ± 0.55 0.08 ± 0.11%
3. DR	1.23 ± 0.47 0.36 ± 0.15%	0.5 ± 0.71 0.12 ± 0.17%	0.25 ± 0.35 0.06 ± 0.08%	0.61 ± 0.49 0.13 ± 0.11%

Tab. 21a
Dauer der echten Schlafzeit und Schlaffeffizienz
in jedem Drittel der Ruhezeit (Andechs)

Nacht	Var.	TIB	1/3 TIB	echte Schlafzeit in TIB			Schlaffeffizienz in TIB				
				total	1.DR	2.DR	3.DR	total	1.DR	2.DR	3.DR
Synchron. 26./27.7.82 27./28.7.82		576.5	192.17	387.5	33.5	179	175	67.22%	17.43%	93.15%	91.07%
		492.5	164.17	424.5	107.5	157.5	159.5	86.19%	65.48%	95.94%	97.16%
		621.5	207.17	542.5	141.5	203.5	197.5	87.29%	68.3%	98.23%	95.33%
		608	202.67	518.5	139.5	182	197	85.28%	68.83%	89.8%	89.8%
Freilauf 28./29.7.82 29./30.7.82* 30./31.7.82 31.7./1.8.82 01./02.8.82 02./03.8.82 03./04.8.82 04./05.8.82 05./06.8.82		456	152	392.5	115	147.5	130	86.07%	75.66%	97.04%	85.53%
		582	194	489.5	121	190	178.5	84.11%	62.37%	97.94%	92.01%
		562	187.33	507.5	149	181.5	177	90.3%	79.54%	96.89%	94.49%
		549	183	407	109	171.5	126.5	74.13%	59.56%	93.72%	69.13%
		616	205.33	486	133.5	189.5	163	78.9%	65.02%	92.29%	79.38%
		643.5	214.5	435	47	205	183	67.6%	21.91%	95.57%	85.13%
		492	164	400.5	132.5	139	129	81.4%	80.79%	84.76%	78.66%
		425.5	141.83	57	0	0	57	13.4%	0%	0%	40.19%
Synchron. 06./07.8.82											

*) Die vierte Nacht endet mit 69 min Fehlzeit. Diese wird als Schlafzeit behandelt.

Anmerkung: Die echte Schlafzeit (IST) beinhaltet die Schlafstadien S1, 2, 3, 4, R, L, H u. HT. Die Parameter TIB und TST in TIB sind in Minuten angegeben. Die Schlaffeffizienz in TIB beschreibt das Verhältnis der echten Schlafzeit zur Ruhezeit (IST:TIB) in Prozentwerten sowohl für die gesamte Ruhezeit als auch für jedes einzelne Drittel.

Tabelle 21b
Dauer der echten Schlafzeit und Schlaffeffizienz
in jedem Drittel der Ruhezeit (München)

Var. Nacht	TIB	1/3 TIB	echte Schlafzeit in TIB			Schlaffeffizienz in TIB				
			total	1.DR	2.DR	3.DR	total	1.DR	2.DR	3.DR
25.01.81	429.5	166.17	416	129.5	166	120.5	83.45%	77.93%	100%	72.57%
26.01.81	421.5	140.5	387.5	110.5	140.5	136.5	91.93%	78.65%	100%	97.15%
27.01.81	438	146	371	108	137	126	84.7 %	73.97%	93.84%	86.3%
10.02.81	395.5	131.83	359.5	106	132	121.5	90.9%	80.41%	100%	92.16%
1q L-Trypt.	349	116.33	326.5	101	116.5	109	93.55%	86.82%	100%	93.7%
11.02.81	329	109.67	320.5	105.5	109.5	105.5	97.42%	96.2 %	100%	96.2%
1q L-Trypt.	370.5	123.5	362.5	116.5	123.5	122.5	97.84%	94.33%	100%	99.19%
12.03.81	338.5	112.83	311	93	113	105	91.88%	82.42%	100%	93.06%
08.04.81	339	113	305.5	97.5	113	95	90.12%	86.28%	100%	84.07%
2q L-Trypt.	360	120	326.5	98	118.5	110	90.69%	81.67%	98.75%	91.67%
04.05.81	323.5	107.83	315	102.5	108	104.5	97.37%	95.06%	100%	96.91%
1q L-Trypt.										
14./15.11.82	462.5	154.17	370.5	117.5	146	107	80.11%	76.21%	94.7%	69.4%
15./16.11.82	388	129.33	198.5	44	52.5	102	51.16%	34.02%	40.59%	78.87%

Tab. 21c
Dauer der echten Schlafzeit u. Schlaffeffizienz in jedem Drittel der Ruhezeit;
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	TIB		1/3		echte Schlafzeit in TIB		Schlaffeffizienz in TIB	
		total	1. DR	2. DR	3. DR	total	1. DR	2. DR	3. DR
München 1981	Synchron. (11 Nächte)	378.45 +54.76 -126.15 +18.25	106.18 +10.14 -106.18 +10.14	125.23 +17.46 -125.23 +17.46	114.18 +12.11 -114.18 +12.11	91.8% +4.77% -91.8% +4.77%	84.89% +7.54% -84.89% +7.54%	99.33% +1.86% -99.33% +1.86%	91.18% +7.69% -91.18% +7.69%
München 1982	Synchron. (2 Nächte)	425.25 +52.65 -141.75 +17.56	80.75 +51.97 -80.75 +51.97	99.25 +66.11 -99.25 +66.11	104.5 +3.54 -104.5 +3.54	65.64% +20.47% -65.64% +20.47%	55.12% +29.83% -55.12% +29.83%	67.65% +38.26% -67.65% +38.26%	74.14% +6.7% -74.14% +6.7%
Andechs	Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)	534.5 +59.4 -175.17 +19.8	70.5 +52.33 -70.5 +52.33	168.25 +15.2 -168.25 +15.2	167.25 +10.96 -167.25 +10.96	76.71% +13.41% -76.71% +13.41%	41.46% +33.98% -41.46% +33.98%	94.55% +1.97% -94.55% +1.97%	94.12% +4.31% -94.12% +4.31%
Andechs	Freilauf 3.-11. Nacht (9 Nächte)	570 +62.59 -190 +20.86	120.89 +30.6 -120.89 +30.6	178.83 +22.83 -178.83 +22.83	164.61 +29.02 -164.61 +29.02	81.68% +7.13% -81.68% +7.13%	64.66% +17.65% -64.66% +17.65%	94.03% +4.47% -94.03% +4.47%	85.5% +8.59% -85.5% +8.59%
Ø						78.96%	61.53%	88.89%	86.24%

Tabelle 22a
Dauer der echten Schlafzeit und Schlafeffizienz in jedem Drittel der Schlafzeit (Andechs)

Var. Nacht	TIB	SPT	1/3 SPT	echte Schlafzeit in SPT			Schlafeffizienz in SPT				
				total	1.DR	2.DR	3.DR	total	1.DR	2.DR	3.DR
Synchron. 26./27.7.82	576.5	541	180.33	385	44	170	171	71.16%	24.44%	94.44%	94.48%
	492.5	463	154.33	424	126	147	151	91.58%	81.82%	95.45%	97.42%
27./28.7.82											
freilauf 28./29.7.82	621.5	586	195.33	535.5	157	191.5	187	91.38%	80.51%	98.21%	95.41%
	608	551	183.67	513.5	165	170.5	178	93.19%	89.92%	92.92%	96.74%
29./30.7.82*	456	396	132	388.5	129.5	129	130	98.11%	98.11%	97.73%	98.48%
30./31.7.82											
31.7./1.8.82	582	503	167.67	487.5	163.5	164.5	159.5	96.92%	97.61%	98.21%	94.94%
	562	517	172.33	507	170	168	169	98.07%	98.84%	97.67%	97.69%
01./02.8.82	549	471.5	157.17	403.5	143.5	133.5	126.5	85.58%	91.4%	85.03%	80.32%
02./03.8.82	616	498.5	166.17	465.5	155.5	150	160	93.38%	93.67%	90.36%	96.1%
03./04.8.82	643.5	498	166	424	121.5	147	155.5	85.14%	73.19%	88.55%	93.67%
04./05.8.82	492	429.5	143.17	399.5	133	125	141.5	93.02%	93.01%	87.41%	98.61%
05./06.8.82											
Synchron. 06./07.8.82	475.5	101	33.67	55.5	33.5	21	1	54.95%	100%	62.69%	2.94%

*) Die vierte Nacht endet mit 69 min Fehlzeit. Diese wird als Schlafzeit behandelt.

Anmerkung: Die echte Schlafzeit (TST) beinhaltet die Schlafstadien S1, 2, 3, 4, REM und MT.

Die Parameter TIB, SPT und echte Schlafzeit in SPT sind in Minuten angegeben. Die Schlafeffizienz in TIB beschreibt das Verhältnis der echten Schlafzeit zur Schlafzeit (TST:SPT) in Prozentwerten sowohl für die gesamte Schlafzeit als auch für jedes einzelne Drittel der Schlafzeit.

Tabelle 22c

Dauer der echten Schlafzeit und Schlaffeffizienz in jedem Drittel d. Schlafzeit;
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Var. Bed.	TIB	SPT	1/3 SPT	echte Schlafzeit in total 1.DR 2.DR 3.DR	Schlaffeffizienz in SPT total 1.DR 2.DR 3.DR
München 1981 Synchron. (11 Nächte)	378.45 +54.76 -	340.91 +29.15 -	113.64 +9.72 -	333.41 110.5 112.68 110.23 +27.3 +9.42 +9.79 +9.84	97.85% 97.32% 99.18% 97.04% +2.23% +4.2% +2.35% +3.93%
München 1982 Synchron. (2 Nächte)	425.25 +52.68 -	366.25 +72.48 -	122.75 +24.16 -	280.25 81 92.75 106.5 +119.55 +54.45 +54.8 +10.61	74.34% 62.97% 72.73% 87.27% +17.92% +32.09% +30.47% +8.67%
Andechs Synchron. 1.u.2.Nacht (2 Nächte)	534.5 +59.4 -	502 +55.15 -	167.33 +18.38 -	404.5 85 158.5 161 +27.58 +57.98 +16.26 +14.14	81.37% 53.13% 94.95% 95.95% +14.44% +40.57% +0.71% +2.08%
Andechs Freilauf 3.-11.Nacht (9 Nächte)	570 +62.59 -	494.5 +57.69 -	164.83 +19.23 -	458.28 148.72 153.22 156.33 +55.67 +17.45 +22.17 +20.61	92.75% 90.7% 92.9% 94.66% +4.83% +8.62% +5.24% +5.62%
Ø					86.58% 76.03% 89.94% 93.73%

Tabelle 23a Stadienwechsel in jedem Drittel der Ruhe- und der Schlafzeit (Andechs)

Stw.	Stadienwechsel in IIB			Stadienwechsel in SPT			Stadienwechsel nach S1, W, MI					
	total	1. DR	2. DR	3. DR	total	1. DR	2. DR	3. DR	SPT	1. DR	2. DR	3. DR
Nacht									total			
Synchron.												
26./27.7.82	134 13.95	29 9.05	70 21.86	35 10.93	129 14.31	29 3.22	68 7.54	32 3.55	18 2	4 1.33	7 2.33	7 2.33
27./28.7.82	129 15.72	64 23.39	33 12.06	32 11.7	126 16.33	70 9.07	28 3.63	28 3.63	17 2.2	4 1.56	7 2.73	6 2.32
Freilauf												
28./29.7.82	156 15.06	67 19.4	43 12.45	46 13.37	151 15.46	63 6.45	45 4.61	43 4.4	23 7.35	7 2.15	6 1.85	10 3.06
29./30.7.82*	119 11.74	64 15.95	36 10.66	19 5.67	111 17.09	63 6.86	31 3.38	17 1.85	18 1.96	5 1.63	7 2.29	6 1.96
30./31.7.82	146 19.21	70 27.63	50 19.74	26 10.26	141 21.36	76 11.52	39 5.91	26 3.94	14 2.12	4 1.82	5 2.27	5 2.27
31.7./18.82	133 13.71	57 17.63	44 13.61	32 9.9	130 15.51	63 7.51	38 4.53	29 3.46	19 7.27	3 1.07	6 2.15	10 3.57
01./02.8.82	124 13.24	54 17.3	42 13.45	28 8.97	121 14.04	57 6.62	41 4.76	23 2.67	22 2.55	5 1.74	8 2.79	9 3.12
02./03.8.82	109 11.91	36 11.8	51 16.72	22 7.21	106 13.49	52 6.62	33 4.2	21 2.67	21 2.67	9 3.44	6 2.29	6 2.29
03./04.8.82	144 14.03	65 18.99	46 13.44	33 9.64	119 14.37	53 6.38	38 4.57	28 3.37	20 7.41	6 2.17	6 2.17	8 2.88
04./05.8.82	188 17.53	35 9.79	95 26.57	58 16.22	169 20.36	67 8.07	60 7.23	42 5.06	28 3.37	7 2.53	11 3.98	10 3.61
05./06.8.82	117 14.27	53 19.39	43 15.73	21 7.68	112 15.65	50 6.98	40 5.59	22 3.07	17 2.37	6 2.52	5 2.1	6 2.52
Synchron.	47 5.92			47 17.77	37 21.98	17 30.45	17 30.45	3 5.29	3 1.78		3 5.37	
06./07.8.82												

*) Die vierte Nacht endet mit 69 min Fehlzeit.

Anmerkung: Die erste Zeile gibt die Anzahl der Stadienwechsel an, die zweite Zeile die Anzahl pro Stunde.

Stad. wechs. Nacht	Stadionwechsel in TiB						Stadionwechsel in SPT						Stadionwechsel nach Sl, W, M					
	total	1. DR	2. DR	3. DR	total	1. DR	2. DR	3. DR	total	1. DR	2. DR	3. DR	SPT total	1. DR	2. DR	3. DR	SPT total	1. DR
25.01.81	56	24	17	15	47	22	11	14	14	4			14	4			14	4
	6.74	9.67	6.14	5.42	7.34	10.31	5.16	6.56		2.19	1.88	0.47		1.88	0.47			1.88
26.01.81	36	16	10	10	33	16	8	9	9	11	3	4		3	4			4
	5.12	6.83	4.27	4.27	5.05	7.34	3.67	4.13		1.68	1.38	1.83		1.38	1.83			1.83
27.01.81	52	17	22	13	43	13	18	12	12	20	2	10		2	10			8
	7.12	6.99	9.04	5.34	7.34	6.66	9.22	6.14		3.41	1.02	5.12		1.02	5.12			4.1
10.02.81	51	25	10	16	44	20	9	15	15	17	6	2		6	2			9
1g L-Trypt.	7.74	11.35	4.55	7.28	7.48	10.2	4.59	7.65		2.89	3.06	1.02		3.06	1.02			4.59
11.02.81	38	18	11	9	35	17	10	8	8	10	5	2		5	2			3
1g L-Trypt.	6.53	9.28	5.67	4.64	6.39	9.32	5.48	4.38		1.83	2.74	1.1		2.74	1.1			1.64
11.03.81	40	18	12	10	37	16	12	9	9	14	3	6		3	6			5
1g L-Trypt.	7.3	9.85	6.57	5.47	6.98	9.06	6.79	5.09		2.64	1.7	3.4		2.64	1.7			2.83
12.03.81	37	17	11	9	34	17	10	7	7	17	9	5		9	5			3
1g L-Trypt.	5.99	8.26	5.34	4.37	5.75	8.63	5.08	3.55		2.88	4.57	2.54		4.57	2.54			1.52
08.04.81	41	16	10	15	35	14	7	14	14	16	6	2		6	2			8
2g L-Trypt.	7.27	8.51	5.32	7.98	6.88	8.25	4.12	8.25		3.14	3.54	1.18		3.54	1.18			4.71
09.04.81	44	17	11	16	41	15	11	15	15	21	9	2		9	2			10
2g L-Trypt.	7.79	9.03	5.84	8.5	7.69	8.45	6.2	8.45		3.94	5.07	1.13		5.07	1.13			5.63
04.05.81	42	19	10	13	35	15	10	10	10	22	9	6		9	6			7
1g L-Trypt.	7	9.5	5	6.5	6.26	8.05	5.37	5.37		3.93	4.83	3.22		4.83	3.22			3.76
05.05.81	28	13	10	5	25	12	9	4	4	7	1	4		1	4			2
1g L-Trypt.	5.19	7.23	5.56	2.78	4.87	7.02	5.27	2.34		1.37	0.59	2.34		0.59	2.34			1.17
14./15.11.82	131	54	52	25	128	59	41	28	28	17	7	5		7	5			5
	16.99	21.02	20.24	9.73	18.31	8.44	5.86	4		2.43	3	2.15		2.43	3			2.15
15./16.11.82	134	37	29	68	125	30	29	66	66	13	3	2		3	2			8
	20.72	17.17	13.45	31.55	23.66	5.68	5.49	12.49		2.46	1.71	1.14		1.71	1.14			4.53

Anmerkung: Die erste Zeile gibt die Anzahl der Stadionwechsel an, die zweite Zeile die Anzahl pro Stunde.

Tabelle 23c Stadienwechsel in jedem Drittel der Ruhezeit und der Schlafzeit
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Var. Bed.	Stadienwechsel in TIB				Stadienwechsel in SPT				Stadienwechsel nach SL, W, MT			
	total	1. DR	2. DR	3. DR	total	1. DR	2. DR	3. DR	SPT total	1. DR	2. DR	3. DR
München 1951 Synchron. (11 Nächte)	42.27 + 8.11 - 6.71 + 0.92	18.18 + 3.49 - 8.68 + 1.36	12.18 + 3.84 - 5.75 + 1.27	11.91 + 3.56 - 5.69 + 1.73	37.18 + 6.18 - 6.55 + 0.98	16.09 + 2.91 - 8.48 + 1.2	10.45 + 2.88 - 5.54 + 1.5	10.64 + 3.64 - 5.63 + 1.98	15.36 + 4.74 - 2.72 + 0.87	5.18 + 2.89 - 2.76 + 1.59	4 + 2.65 - 2.17 + 1.38	6.18 + 2.86 - 3.27 + 1.54
München 1982 Synchron. (2 Nächte)	132.5 + 2.12 - 18.86 + 2.64	45.5 + 12.02 - 19.1 + 2.72	40.5 + 16.26 - 16.85 + 4.8	46.5 + 30.41 - 20.64 + 15.43	126.5 + 2.12 - 20.99 + 3.78	44.5 + 20.51 - 7.06 + 1.95	35 + 8.49 - 5.68 + 0.26	47 + 26.87 - 8.25 + 6	15 + 2.83 - 2.45 + 0.02	5 + 2.83 - 2.36 + 0.91	3.5 + 2.12 - 1.65 + 0.71	6.5 + 2.12 - 3.34 + 1.68
Andechs Synchron. 1. u. 2. Nacht (2 Nächte)	131.5 + 3.54 - 14.84 + 1.25	46.5 + 24.75 - 16.22 + 10.14	51.5 + 26.16 - 16.96 + 6.93	33.5 + 2.12 - 11.32 + 0.54	127.5 + 2.12 - 15.32 + 1.43	49.5 + 28.99 - 6.15 + 4.14	48 + 28.28 - 5.59 + 2.76	30 + 2.83 - 3.59 + 0.06	17.5 + 0.71 - 2.1 + 0.14	4 + 0 - 1.45 + 0.16	7 + 0 - 2.53 + 0.28	6.5 + 0.71 - 2.33 + 0.01
Andechs freilauf 3. - 11. Nacht (9 Nächte)	137.33 + 24.45 - 14.52 + 2.46	55.67 + 12.83 - 17.88 + 5.06	50 + 17.45 - 15.82 + 4.82	31.67 + 12.82 - 9.67 + 3.45	128.89 + 21.02 - 15.81 + 3.09	60.44 + 5.31 - 7.45 + 1.62	40.56 + 8.38 - 4.98 + 1.12	27.89 + 9.06 - 3.39 + 0.98	20.22 + 3.99 - 2.45 + 0.4	5.78 + 1.79 - 2.12 + 0.67	6.67 + 1.57 - 2.43 + 0.63	7.78 + 2.05 - 2.81 + 0.59

Anmerkung: Die ersten beiden Zeilen geben die mittlere Anzahl der Stadienwechsel an,
die letzten beiden Zeilen die mittlere Anzahl pro Stunde.

Tabelle 24a Zusatzvariable REM-Dichte, Checks, atypische Wellenmuster im EEG

Bed.	Var.	REM-Dichte								Checks					Atypische Wellenmuster:	
		total	1	2	3	4	5	6	7	8	to- tal	S-1	S-2	S-3		S-4
Synchron. 1. Nacht		299 4,15	58 3,22	14 5,6	104 4,16	56 4,31	67 4,96				21 9	3 2	11 2	2 2	5 3	K-Komplexe
2. Nacht		610 4,8	46 2,71	104 5,94	195 4,76	202 4,87	63 6,3				23 1	9 1	9		5	
Freilauf 3. Nacht		771 6,85	30 3,75	52 6,93	184 11,15	182 8,27	43 7,17	136 4,53	144 6,4		52 14	7	28 8	1	16 6	REM/Alpha-Aktivität
4. Nacht		562 6,35	30 2,31	17 6,8	127 7,7	224 8,3	78 4,59	86 6,88			29 4	5 2	12		12 2	S-2/Alpha-Aktivität
5. Nacht		703 6,63	89 7,12	114 7,35	194 7,76	142 3,59	164 12,15				30 9	2 1	14 1	3	10 8	REM/Alpha-Akt. S-2/Alpha-Akt.
6. Nacht		806 6,15	14 7,0	178 10,47	113 5,51	172 7,02	72 3,0	257 5,98			59 12	1	26 3	2	29 9	REM/Alpha-Akt. S-2/Alpha-Akt. K-Komplexe
7. Nacht		717 5,21	14 3,5	44 4,19	119 7,68	224 4,35	50 2,63	122 6,59	144 7,78		38 21	1	19 6	2	18 13	REM/Alpha-Akt. S-2/Alpha-Akt. K-Komplexe
8. Nacht		703 7,44	47 4,7	142 4,73	115 9,58	180 12,41	53 5,3	166 9,22			9 2	5 1	2		2 1	
9. Nacht		743 6,58	60 6,0	41 6,31	84 5,6	220 6,67	60 8,57	172 7,17	106 6,06		28 3	18 1	6		4 2	
10. Nacht		648 7,95	23 5,75	57 9,5	72 9,6	63 9,0	249 7,55	88 10,35	33 3,67	63 9,8	34 15	5 2	15 8	1	13 5	
11. Nacht		767 7,59	14 2,8	155 9,12	108 6,55	179 10,53	125 4,17	186 12,0			41 18	3 8	24	5	9 10	S-2/Alpha-Akt. K-Komplex
Synchron. 12. Nacht		(17) (5,67)	(17) (5,67)								(1) (2)		(1) (2)			

Tab. 24b Zusatzvariable REM-Dichte, Checks, atypische Wellenmuster im EEG Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Bed.	Var.	REM-Dichte								
		total	1	2	3	4	5	6	7	8
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=2)			
		454.5	59	59	149.5	129	65			
		+219.9	+8.49	+63.64	+64.35	+103.2	+2.83			
		4.48	2.97	5.77	4.46	4.59	5.63			
		+ 0.46	+ 0.36	+ 0.24	+ 0.47	+ 0.4	+ 0.95			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=8)	(n=4)	(n=1)
		713.33	35.67	88.89	124	176.42	99.33	151.63	106.75	63
		+ 73.37	+25.49	+58.75	+40.77	+50.68	+68.69	+56.55	+52.33	
		6.75	4.77	7.27	7.9	7.79	6.13	7.84	5.98	9.69
		+ 0.83	+ 1.79	+ 2.12	+ 1.91	+ 2.79	+3.05	+ 2.47	+ 1.71	
Bed.	Var.	Checks								
		total	S-1	S-2	S-3	S-4	RFM	Atypische Wellenmuster		
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n=1)	(n=2)	(n=2)			
		22	6	10	2	5	5			
		+1.41	+4.24	+ 1.41	2	+0	+0			
		5	1.5	(n=1)	(n=1)	(n=1)	(n=1)			
		+5.66	+0.71	2	2	3	3			
Freilauf		(n=9)	(n=9)	(n=9)	(n=5)	(n=2)	(n=9)			
		35.56	5.22	16.22	2.4	1	12.56			
		+14.55	+5.21	+ 8.9	+1.67		+8.03			
		10.89	1.67	(n=3)	(n=7)	(n=1)	6.22			
		+ 6.83	+0.58	+2.77	2		+4.12			
		Atypische Wellenmuster								
		S-1				S-4				
Synchron. Andechs		(n=2)	(n=2)	(n=2)	(n					

Tabelle 25a Die Körpertemperatur im Verlauf der Ruhezeit (Andechs/München) unter Berücksichtigung der zeitlichen Lage der Minima innerhalb der Schlafzeit

Bed./Nacht	Var.	Temp. SPT-Beg.	Diff.	Temp. Min.	Lage in SPT (%)	Diff.	Temp. SPT-Ende	Diff.	Temp. TIB-Ende	Bemerkungen
Andechs	1. Nacht (S)	36.1	-0.25	35.85	79.48%	+0.15	36.0	+0.1	36.1	Temperatur fällt innerhalb der Schlafzeit überwiegend ab
	12. Nacht (S)	35.95	-0.2	35.75	78.22%	+0.05	35.8	+0.0	35.8	
	3. Nacht	36.1	-0.45	35.65	60.07%	+0.3	35.95	+0.0	35.95	
	8. Nacht	36.0	-0.2	35.8	55.78%	+0.2	36.0	+0.3	36.3	Temperatur-Minimum annähernd in der Mitte der Schlafzeit
	4. Nacht	35.9	-0.32	35.58	54.81%	+0.52	36.1	+0.0	36.1	
	11. Nacht	36.0	-0.3	35.7	40.75%	+0.25	35.95	+0.1	36.05	Temperatur steigt innerhalb der Schlafzeit überwiegend an
	9. Nacht	35.9	-0.2	35.7	34.1%	+0.45	36.15	+0.05	36.2	
	10. Nacht	36.05	-0.2	35.85	32.73%	+0.25	36.1	+0.2	36.3	
	2. Nacht (S)	35.9	-0.25	35.65	17.28%	+0.35	36.0	+0.0	36.0	Temperatur-Minimum liegt eher zu Beginn der Schlafzeit
	6. Nacht	35.85	-0.2	35.65	13.92%	+0.4	36.05	+0.0	36.05	
München 1982	7. Nacht	35.65	-0.15	35.5	8.9%	+0.55	36.05	+0.2	36.25	
	5. Nacht	35.75	-0.01	35.74	2.27%	+0.41	36.15	+0.0	36.15	
	2. Nacht	36.55	-0.05	36.5	15.46%	+0.1	36.6	+0.1	36.7	
	1. Nacht	36.2	+0.0	36.2	4.29%	+0.3	36.5	+0.0	36.5	

Tabelle 25b Die Körpertemperatur im Verlauf der Ruhezeit bei Berücksichtigung der Abweichung der Temperaturminima von der Mitte der Ruhezeit (Andechs/München)

Var.	Temp. SPT-Beq.	Diff.	Temp. Min.	SPT (%)	Diff.	Temp. SPT-Ende	Diff.	Temp. TIB-Ende	Temp.-Min. Bezieh. z. Ruhezeitmitte	Bemerkungen
Andechs										
1. Nacht	36.1	-0.25	35.85	79.48%	+0.15	36.0	+0.1	36.1	+39.94°	Temperatur- minimum in- nerhalb der zweiten Hälfte der Ruhe- zeit; pos. Abw.
3. Nacht	36.1	-0.45	35.65	60.07%	+0.3	35.95	+0.0	35.95	+17.44°	
8. Nacht	36.0	-0.2	35.8	55.78%	+0.2	36.0	+0.3	36.3	+13.23°	
4. Nacht	35.9	-0.32	35.58	54.81%	+0.52	36.1	+0.0	36.1	+12.06°	
10. Nacht	36.05	-0.2	35.85	32.73%	+0.25	36.1	+0.2	36.3	- 4.83°	
11. Nacht	36.0	-0.3	35.7	40.75%	+0.25	35.95	+0.1	36.05	-10.53°	Temperatur- minimum in- nerhalb der ersten Hälfte der Ruhe- zeit; neg. Abweichung
9. Nacht	35.9	-0.2	35.7	34.1%	+0.45	36.15	+0.05	36.2	-13.39°	
2. Nacht	35.9	-0.25	35.65	17.28%	+0.35	36.0	+0.0	36.0	-33.39°	
6. Nacht	35.85	-0.2	35.65	13.92%	+0.4	36.05	+0.0	36.05	-36.9°	
5. Nacht	35.75	-0.01	35.74	2.27%	+0.41	36.15	+0.0	36.15	-43.55°	
7. Nacht	35.65	-0.15	35.5	8.9%	+0.55	36.05	+0.2	36.25	-46.01°	
(12. Nacht)	35.95	-0.2	35.75 (1)	78.22%	+0.05	35.8	+0.0	35.8	-	hier nicht direkt ver- wertbar; si- cher pos. Abw.
München 1957										
2. Nacht	36.55	-0.05	36.5	15.46%	+0.1	36.6	+0.1	36.7	-23.73°	neg. Abw.
1. Nacht	36.2	+0.0	36.2	4.29%	+0.3	36.5	+0.0	36.5	-	

Tabelle 26 Allgemeine Schlafvariable in Abhängigkeit von der Lage des Temperatur-minimums in der Schlafzeit;
Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Var.	Temp. - Minimum	TIB	SPT	TST	SE	S-1-latenz	S-2-latenz
Nacht							
Synchron.							
1. Nacht	79.48% +39.94%	576.5 min + 38.56min	541 min 93.54%	387.5 min 67.22%	0.67	26 min 4.51%	29 min 5.03%
Freilauf							
3. Nacht	60.07% +17.44%	592.83 + 38.56min	536.17 + 58.67min	489.33 + 72.3min	0.82 +0.07	44.83 +19.14min	51.83 +15.42min
8. Nacht	55.78% +13.23%		90.27 + 4.22%	82.23 + 7.09%		7.7 + 3.66%	8.86 + 3.09%
4. Nacht	54.81% +12.06%						
Freilauf							
11. Nacht	40.75% -10.53%	583.83 + 80.71min	475.33 + 39.7 min	440.5 + 43.01min	0.76 +0.07	17.67 + 8.61min	83.33 +54.51min
9. Nacht	34.1% -13.39%		81.87 + 5.02%	75.97 + 7.35%		3.22 + 2.07%	13.61 + 7.76%
10. Nacht	32.73% - 4.83%						
Synchron.							
2. Nacht	17.28% -33.39%	492.5min	463 min 94.01%	424.5min 86.19%	0.86	28.5 min 5.79%	29 min 5.89%
Freilauf							
6. Nacht	13.92% -36.9%	533.33 + 67.71min	472 + 66.19min	463.17 + 61.86min	0.87 +0.03	45.83 +21.35min	49.67 +19.34min
7. Nacht	8.9% -46.01%		88.42 + 3.1%	86.83 + 3.16%		8.42 + 3.13%	9.22 + 2.84%
5. Nacht	2.27% -43.55%						
München 1982							
Synchron.							
2. Nacht	15.46% -23.73%	425.25 + 52.68min	368.25 + 72.48min	284.5 +121.62min	0.66 +0.21	30.25 +19.45min	36.5 +20.51min
1. Nacht	4.29% (neg. Abw.)		86.2 + 6.36%	65.64 + 20.47%		7.46 + 5.49%	8.95 + 5.93%

Var.	Temp. - Minimum	Wach vor SPT (% TIB)	Wach in SPT (% SPT)	S-1 vor SPT (% TIB)	S-1 in SPT (% SPT)
Nacht					
Synchron.					
1. Nacht	79.48% + 39.940	26.5 min 4.6%	156 min 28.84%	2.5 min 0.43%	12.5 min 2.31%
Freilauf					
3. Nacht	60.07% + 17.440	46.67 + 17.13min	52 + 15.31min	5.17 + 1.76min	34.83 + 14.74min
5. Nacht	55.75% + 13.230	8.0 + 3.33%	9.95 + 3.98%	0.86 + 0.24%	6.45 + 2.51%
4. Nacht	54.81% + 12.060				
Freilauf					
11. Nacht	40.75% - 10.530	72.5 + 50.41min	45.67 + 24.58min	10.83 + 9.75min	22.5 + 10.04min
9. Nacht	34.1% - 13.390	11.86 + 7.19%	9.49 + 4.66%	1.75 + 1.57%	4.64 + 1.82%
10. Nacht	32.73% - 4.830				
Synchron.					
2. Nacht	17.28% - 33.390	28.5 min 5.79%	39 min 8.42%	0.5 min 0.1%	21 min 4.54%
Freilauf					
6. Nacht	13.92% - 36.90	47.5 + 20.69min	11 + 4.09min	2.17 + 1.76min	9.5 + 3.5 min
7. Nacht	8.9% - 46.010	8.79 + 2.84%	2.3 + 0.68%	0.44 + 0.41%	1.99 + 0.54%
5. Nacht	2.27% - 43.550				
München 1982					
Synchron.					
2. Nacht	15.56% - 23.740	32.25 + 22.27min	88 + 47.38min	4.25 + 1.77min	22.25 + 13.79min
1. Nacht	4.29% (neg. Abw.)	7.97 + 6.22%	25.66 + 17.92%	0.98 + 0.3%	5.79 + 2.61%

Tabelle 27a
Blatt 2

Var.	Temp. - Minimum	S-2 (% SPT)	SWS (% SPT)	REM (% SPT)	2-REM-Latenz (% SPT)
Synchron. 1. Nacht	79.48% + 39.940	249 min 46.03%	53 min 9.8%	70.5 min 13.03%	234 min 43.25%
Freilauf 3. Nacht	60.07% + 17.440	287.67 + 43.76min	43.5 + 19.79min	92.5 + 16.45min	81.33 + 11.36min
8. Nacht	55.78% + 13.230	53.49 + 2.61%	8.13 + 3.47%	17.27 + 2.47%	15.15 + 0.77%
4. Nacht	54.81% + 12.060				
Freilauf 11. Nacht	40.75% - 10.530	268 + 51.4 min	46.17 + 29.59min	91.33 + 11.59min	64.5 + 16.53min
9. Nacht	34.1% - 13.390	56.05 + 6.68%	10.1 + 7.31%	19.37 + 3.49%	13.6 + 3.31%
10. Nacht	32.73% - 4.830				
Synchron. 2. Nacht	17.28% - 33.390	223 min 48.16%	58 min 12.53%	121 min 26.13%	82.5 17.82%
Freilauf 6. Nacht	13.92% - 36.90	266.67 + 71.74min	70.17 + 21.51min	113.5 + 10.48min	50.67 + 4.54min
7. Nacht	8.9% - 46.010				
5. Nacht	2.27% - 43.550	55.8 + 8.07%	15.47 + 6.79%	24.18 + 1.67%	10.93 + 2.23%
München 1982 Synchron. 2. Nacht	15.56% - 23.740	162.25 + 74.6min	35.25 + 3.18min	60 + 33.94min	139 + 89.8 min
1. Nacht	4.29% (neg. Abw.)	42.9 + 11.82%	9.85 + 2.79%	15.69 + 6.12%	40.94 + 32.44%

Var.	Temp.-Minimum Lage in SPT	Wach			S-1			S-2		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
Synchron. 1. Nacht	79.48% + 39.940	136 25.14%	10 1.85%	10 1.85%	4.5 0.83%	3 0.55%	5 0.92%	28 5.18%	108.5 20.06%	112.5 20.79%
Freilauf 3. Nacht	60.07% + 17.440	23.33 +12.94	13.33 +10.01	15.33 +13.65	15 + 2.5	9.5 + 9.58	10.33 + 3.88	86 +23.24	106.67 +20.51	95 +26.23
8. Nacht	55.78% + 13.230	4.23 + 1.96%	2.65 +2.2%	3.07 +3.04%	2.8 +0.34%	1.76 +1.72%	1.89 +0.59%	15.99 +3.68%	19.78 +1.77%	17.73 +4.27%
4. Nacht	54.81% + 12.060									
Freilauf 11. Nacht	40.75% - 10.530	21.67 +19.77	17.67 +1.53	6.33 +4.25	6.17 +3.05	9.33 +4.31	7 +3.5	72.67 +36.52	84.5 +3.91	110.83 +12.97
9. Nacht	34.1% - 13.390	4.46 + 3.88%	3.74 +0.49%	1.29 +0.82%	1.27 +0.57%	1.93 +0.79%	1.44 +0.65%	14.97 +6.75%	17.82 +0.71%	23.27 +0.88%
10. Nacht	32.73% - 4.830									
Synchron. 2. Nacht	17.28% - 33.390	28 6.05%	7 1.51%	4 0.86%	6 1.3%	9 1.94%	6 1.3%	54 11.66%	77 16.63%	92 19.67%
Freilauf 6. Nacht	13.92% - 36.90	2.83 + 1.04	3.33 +0.57	4.83 +3.33	1.75 +0.35	2.33 +1.04	6 +2.29	69.5 +30.28	101.83 +18.13	95.33 +26.16
7. Nacht	8.9% - 46.010	0.61 + 0.21%	0.71 +0.1%	0.99 +0.62%	0.39 +0.01%	0.5 +0.19%	1.24 +0.34%	14.3 +4.73%	21.49 +1.11%	20 +3.29%
5. Nacht	2.27% - 43.550									
München 1982 Synchron. 1. Nacht	4.29% (neu. Abw.)	20 4.77%	8 1.91%	26.5 6.32%	18.5 4.41%	5 1.19%	8.5 2.03%	68 16.21%	92 21.93%	55 13.11%
(2. Nacht)	(15.46%) - 23.740	(63) (19.87%)	(51.5) (16.25%)	(7) (2.21%)	(3) (0.95%)	(4) (1.26%)	(5.5) (1.74%)	(34) (10.73%)	(30) (9.46%)	(45.5) (14.35%)

Tabelle 27b
Blatt 2

Var.	Temp.-Minimum Lage in SPI	SWS			REM		
		1. DR	2. DR	3. DR	1. DR	2. DR	3. DR
Synchron.							
1. Nacht	79.48% + 39.940	11.5 2.13%	38.5 7.12%	3 0.55%		20 3.7%	50.5 9.33%
Freilauf							
3. Nacht	60.07% + 17.440	36 + 12.38	7.33 + 5.13	0.5	16.5 + 4.44	41.5 + 3.61	34.5 + 14.86
8. Nacht	55.78% + 13.230	6.78 + 2.45%	1.32 + 1.36%	0.09% (n=1)	3.16 + 1.22%	7.75 + 0.18%	6.36 + 2.24%
4. Nacht	54.81% + 12.060						
Freilauf							
11. Nacht	40.75% - 10.530	40.83 + 27.82	4.83 + 3.4	1.5	16.5 + 6.24	41.5 + 7	33.33 + 9.02
9. Nacht	34.1% - 13.390	8.97 + 6.88%	1.04 + 0.73%	0.3% (n=1)	3.54 + 1.55%	8.69 + 0.79%	7.14 + 2.5%
10. Nacht	32.73% - 4.830						
Synchron.							
2. Nacht	17.28% - 33.390	53 11.45%	3 0.65%	2 0.43%	13 2.81%	57.5 12.42%	50.5 10.91%
Freilauf							
6. Nacht	13.92% - 36.90	62 + 16.73	6.17 + 2.93	3 + 3.54	21.33 + 6.33	43 + 6.5	49.17 + 11.25
7. Nacht	8.9% - 46.010						
5. Nacht	2.27% - 43.550	13.58 + 5.25%	1.39 + 0.88%	0.75 + 0.91% (n=2)	4.49 + 0.91%	9.11 + 0.52%	10.58 + 2.8%
München 1982							
Synchron.							
1. Nacht	4.29% (neg. Abw.)	21 5.01%	11 2.62%	1 0.24%	12 2.86%	23.5 5.6%	48.5 11.56%
(2. Nacht)	(15.46%) - 23.740	(5.5) (1.74%)	(16.5) (5.21%)	(15.5) (4.89%)	(3.5) (1.1%)	(32.5) (10.25%)	

Tabelle 2b Cortisol-Konzentration im Verlauf der Ruhezeit unter Berücksichtigung der Abweichung der Minima von der Mitte der Ruhezeit

Var. Nacht	Cort.-Konz. Beg. SPT	Diff.	Cortisol- Minimum	Beziehq. zu 1/2	Diff.	Cort.- Konz. SPT-Ende	Diff. TlB-Ende	Cort.- Konz. TlB-Ende	Bemerkungen
Synchron. 2. Nacht	2.16	0.99	1.17	- 22.34°	7.55	6.72	0	8.72	Das Minimum der Cortisol- konzentration liegt inner- halb der Schlafzeit
Freilauf 3. Nacht	3.09	1.49	1.6	- 35.23°	6.2	7.8	0	7.8	
4. Nacht	1.16	0	1.16	- 41.11°	7.38	8.54	0	8.54	
9. Nacht	1.24	0	1.24	- 44.46°		5.33	0	5.33	
München 1962 Synchron. 2. Nacht	3.0	0.4	2.6	- 57.83°	13.0	15.6	3.3	18.9	TlB-Beginn: 6.9
Freilauf 5. Nacht	6.06	4.74	1.32	- 64.11°	4.74	6.06	0	6.06	Das Minimum der Cortisol- konzentration liegt vor SPT
10. Nacht	1.44	0	1.44	- 68.49°	0.2	1.64	0	1.64*	
6. Nacht	3.44	1.5	1.94	- 89.97°	1.5	3.44	0	3.44	
11. Nacht	1.87	0.74	1.13	-104.79°	5.3	6.43	0	6.43	
7. Nacht	4.68	3.57	1.11	-114.08°	3.57	4.68	0	4.68	
8. Nacht	4.33	2.34	1.99	-129°	2.34	4.33	0	4.33	

*) Peak um 6:05 Uhr (in SPT) von 10.44 µg/h.

Tabelle 29 Allgemeine Schlafvariable in Abhängigkeit von der Beziehung des Cortisol-minimums zur Mitte der Ruhezeit;
Mittelwerte und Standardabweichungen

Var.	Cortisol- Minimum	TIB	SPT	ISI	Schlaf- S-I-Latenz effizienz	S-T-Latenz
Synchr. 2. Nacht	- 22.34°	492.5min	463 min 94.01%	424.5min	0.86	28.5 min 5.79%
Freilauf 3. Nacht	- 35.23°	615.17 ± 6.79min	545.17 ± 44.04min	515.5 ± 28.12min	0.84 ± 0.04	29.33 ± 18.94min
4. Nacht	- 41.11°					57.43 ± 23.76min
9. Nacht	- 44.46°		58.58 ± 6.9%		4.79 ± 3.14%	9.41 ± 3.88%
Synchr.; Vgl. 2. Nacht	- 57.83°	388 min	317 min 81.7%	198.5min	0.51	44 min 11.34%
Freilauf 5. Nacht	- 64.11°	560.5 ± 95.58min	465.67 ± 60.38min	439 ± 48.62min	0.79 ± 0.1	37 ± 29.96min
10. Nacht	- 68.49°					83 ± 50.9min
6. Nacht	- 89.97°		83.55 ± 5.34%		6.76 ± 5.13%	14.11 ± 6.71%
Freilauf 11. Nacht	-104.79°	534.33 ± 37.24min	472.67 ± 43.76min	438.17 ± 59.7min	0.82 ± 0.08	42 ± 16.86min
7. Nacht	-114.08°					44 ± 17.9min
8. Nacht	-129°		88.39 ± 3.2%		7.79 ± 2.86%	8.17 ± 3.05%

Anmerkung: In den synchronisierten Vergleichsnächten liegt das Minimum der Cortisol-Konzentration innerhalb der Schlafzeit (SPT), so auch in der 3., 4. und 9. Nacht im Versuchsschnitt ohne Zeitgeber. In den übrigen Nächten aus dem freilaufenden Versuchsschnitt liegt es vor Beginn der Schlafzeit.
Alle Prozentangaben beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB).

Tabelle 30a
 Blatt 1
 Schlafstadien in Abhängigkeit von der Beziehung des Cortisol-Minimums
 zur Mitte der Ruhezeit;
 Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Var.	Cortisol- Minimum	Wach vor SPT (% 11B)	Wach in SPT	S-1 vor SPT (% 11B)	S-1 in SPT
Synchron. 2. Nacht	- 22.340	28.5 min + 5.79%	39 min 8.42%	0.5 min 0.1%	21 min 4.54%
Freilauf 3. Nacht	- 40.270 + 4.670	47 + 17.54min	40.33 + 9.09min	10.83 + 8.43min	37.67 + 12.04min
4. Nacht		7.65 + 2.89%	7.35 + 1.1%	1.76 + 1.37%	6.93 + 2.21%
9. Nacht					
Synchron.-/Vul. 2. Nacht	- 57.830	48 min 12.37%	121.5 min 38.33%	3 min 0.77%	12.5min 3.94%
Freilauf 5. Nacht	- 74.190 + 13.840	77.33 + 46.93min	32.33 + 36.31min	5.67 + 4.73min	12.83 + 9.25min
10. Nacht		13.13 + 6.19%	6.61 + 7.17%	0.98 + 0.69%	2.69 + 1.76%
6. Nacht					
Freilauf 11. Nacht	- 115.960 + 12.210	42.33 + 16.44min	36 + 29.46min	1.67 + 1.61min	16.33 + 6.25min
7. Nacht		7.86 + 2.78%	7.75 + 6.28%	0.31 + 0.29%	3.46 + 1.32%
8. Nacht					

Tabelle 30a
Blatt 2

Var.	Cortisol-Minimum	S-2	SWS	REM	2-REM-Latenz
Nacht					
Synchron.					
2. Nacht	- 22.340	223 min 48.16%	58 min 12.53%	121 min 26.13%	82.5 min 17.82%
Freilauf					
3. Nacht	- 40.270 + 4.670	310.5 + 21.29min 57.14 + 5.15%	35 + 23.88min 6.25 + 3.83%	96.5 + 15.9min 17.74 + 2.91%	74.33 + 22.2 min 13.34 + 2.92%
4. Nacht					
9. Nacht					
Synchron./Vgl.					
2. Nacht	- 57.830	109.5min 34.54%	37.5 min 11.83%	36 min 11.36%	202.5 min 63.88%
Freilauf					
5. Nacht	- 74.190 + 13.840	250.33 + 53.56min 53.33 + 4.96%	68.17 + 24.77min 15.18 + 7.2%	100.83 + 22.27min 21.92 + 5.47%	63 + 16.9 min 13.52 + 2.92%
10. Nacht					
6. Nacht					
Freilauf					
11. Nacht	- 115.960 + 12.210	261.5 + 61.02min 54.87 + 7.77%	56.67 + 18.5 min 12.26 + 5.11%	100 + 14.73min 21.16 + 2.35%	59.17 + 12.85min 12.69 + 3.39%
7. Nacht					
8. Nacht					

Anmerkung: Die Prozentwerte der beiden Spalten "Wach vor SPT" und "S-1 vor SPT" beziehen sich auf die gesamte Ruhezeit (TIB).
Alle anderen Prozentwerte beziehen sich auf die Schlafzeit (SPT).

Tabelle 30b Schlafstadien innerhalb der einzelnen Drittel der Schlafzeit in Abhängigkeit von der Beziehung des Cortisol-Minimums zur Mitte der Ruhezeit; Blatt 1 Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen Versuchsbedingungen

Var.	Cortisol-Minimum	Wach		S-1	
Nacht		1. DR	2. DR	1. DR	3. DR
Synchron. 2. Nacht	- 22.340 + 4.670	28 min 6.05%	7 min 1.51%	6 min 1.3%	9 min 1.94%
Freilauf 3. Nacht	- 40.270 + 4.670	27.33 +14.14min	10.83 + 6.53min	14 + 4.09min	11.17 + 2.52min
4. Nacht		3.98 + 2.25%	2.06 + 1.33%	2.55 + 0.64%	2.04 + 0.38%
9. Nacht					
Synchron. / Vgl. 2. Nacht	- 57.830	63 min 19.87%	51.5 min 16.25%	3 min 0.95%	5.5 min 1.74%
Freilauf 5. Nacht	- 74.190 + 13.840	17 +23.83min	8.33 + 9.24min	2.33 + 2.84min	6.5 + 3 min
10. Nacht		3.46 + 4.75%	1.73 + 1.81%	0.49 + 0.56%	1.36 + 0.52%
6. Nacht					
Freilauf 11. Nacht	- 115.960 + 12.210	8.5 + 5.89min	15.17 +10.05min	6 + 5.68min	5.67 + 2.51min
7. Nacht		1.86 + 1.3%	3.31 + 2.24%	1.28 + 1.2%	1.17 + 0.43%
8. Nacht					

Tabelle 30b
Blatt 2

Var.	S-2		SWS		REM	
Nacht	1.DR	3.DR	1.DR	3.DR	1.DR	3.DR
Synchron. Nacht	54 min +11.66%	92 min +19.87%	53 min +11.45%	2 min +0.43%	13 min +2.81%	57.5 min +12.42%
Freilauf 3.Nacht	100.17 +17.1min	103.5 +28.33min	28.67 +14.68min	(n=1) 0.5min	15.5 +2.78min	36.5 +13.92min
4.Nacht	18.58 +4.27%	19.08 +5.49%	5.15 +2.26%	1.07 +1.52%	2.88 +0.73%	6.66 +2.22%
5.Nacht						
Synchron. Vgl. Nacht	34 min +10.73%	45.5 min +14.35%	5.5 min +1.74%	15.5 min +4.89%	- -	32.5 min +10.75%
Freilauf 5.Nacht	62.17 +22.25min	94.33 +24.58min	58.33 +23 min	2.5 +2.65min	15 +4.92min	44.5 +18.66min
10.Nacht	13.06 +3.33%	20.11 +3.46%	12.95 +6.22%	0.6 +0.7%	3.29 +1.21%	9.74 +4.26%
6.Nacht						
Freilauf 11.Nacht	65.83 +30.25min	103.33 +17.22min	51.83 +17.51min	(n=0) 4.83 +1.04min	23.83 +4.04min	36 +7.21min
7.Nacht	13.61 +5.16%	21.81 +2.29%	11.22 +4.79%	1.04 +0.32%	5.03 +0.47%	7.69 +1.94%
8.Nacht						

Anmerkung: Alle Prozentangaben beziehen sich auf die Schlafzeit (SPT).

Tabelle 31a Ergebnisse der Leistungstests in jeder Stunde der Aktivitätszeit und an jedem Versuchstag

Var.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Tages- mittelwert
Dat.																		
Synchron. 27.7.82	(253)				233	221/ 234	224	189							218			224.57
	(526)				536	393/ 468	373	455							442			456.14
Freilauf																		
28.7.82	232			224	202	202	238	203					220	188				215.29
	456			399	356	356	340	335					359	323				366.86
29.7.82	212			217	194	220	192	206				200		242		208		210.11
	353			363	297	347	316	309				282		324		308		322.11
30.7.82	204			214	224		195					210				198		207.5
	306			294	322		297					311				298		304.67
31.7.82	210			199	211		200	170	198		209		206	205				200.89
	278			334	355		277	286	278		390		356	309				318.11
01.8.82	199			204	195		188	226	194							187		199.0
	270			284	313		262	292	298							307		289.43
02.8.82	202			209	199	203		192	164				185	177				191.38
	287			269	270	313		273	321				271	260				283.0
03.8.82	200						207	189			213	207		187	211			202.0
	281						276	272			305	294		292	305			289.29
04.8.82	207				204	200		204	198		216			190				202.71
	279				320	300		301	279		275			295				292.71
05.8.82	201			218	256		225		224		188			224	194			216.25
	283			293	299		326		303		325			360	344			316.63
06.8.82	224			197	211		213		216	186	197	181						203.13*
(bis 20:00 ^b)	278			311	376		303		302	320	331	-						317.29
Synchron. 07.8.82	200																	(200)
	284																	(284)

Anmerkung: In der ersten Zeile sind die Testzeiten des Durchstreichtests, in der zweiten die des logischen Entscheidungstests in Sekunden aufgeführt.

Tabelle 31b

Ergebnisse der Leistungstests in jeder Stunde
der Aktivitätszeit
Mittelwerte und Standardabweichungen bei ver-
schiedenen Versuchsbedingungen

Var.	Bed.	Synchron.		Freilauf	
		D-Test	log. E-Test	D-Test	log. E-Test
1		(n=1)		(n=10)	
		200	254	209.1 + 10.99	307.1 + 57.55
3		(n=0)		(n=2)	
				204 + 7.07	301.5 + 45.96
4		(n=0)		(n=6)	
				210.17 + 8.16	316.67 + 34.03
5		(n=0)		(n=6)	
				218.17 + 24.77	329.83 + 46.56
6		(n=1)		(n=3)	
	233	536		200.33 + 5.51	310.0 + 11.79
7		(n=0)		(n=5)	
				205.2 + 14.17	293.6 + 47.07
8		(n=2)		(n=5)	
	227.5 + 9.19	430.5 + 53.03		198.2 + 18.71	307.6 + 40.49
9		(n=1)		(n=6)	
	216	302		200.67 + 13.44	292.67 + 15.97
10		(n=2)		(n=6)	
	205 + 26.87	346.5 + 37.48		204 + 25.67	305.33 + 20.76
11		(n=2)		(n=3)	
	193 + 5.66	393 + 87.68		206.33 + 5.03	343.33 + 43.11
12		(n=1)	(n=0)	(n=5)	
	161			204.2 + 10.73	297.4 + 20.6
13		(n=0)		(n=3)	
				203.67 + 17.62	326.67 + 49.96
14		(n=0)		(n=6)	
				206 + 22.64	317.17 + 24.93
15		(n=1)		(n=3)	
	216	442		194 + 17	303 + 42.04
16		(n=0)		(n=2)	
				197.5 + 14.85	307.5 + 0.71
17		(n=0)		(n=1)	
				196	296

Tabelle 31c Leistungstests - Tagesbest- und Tagestiefstwerte, Temperaturmaxima und Schlafeffizienz der vorherigen Nacht

Var.	Maximum D-Test / Std.	Maximum log. I - Test / Std.	Imax Std.	SE vorher	Minimum D-Test / Std.	Minimum log. I - Test / Std.			
Tag Synchron. 27.7.82	189	373	10	3	0.67	253	1	536	6
freilauf 28.7.82 29.7.82 30.7.82 31.7.82 01.8.82 02.8.82 03.8.82 04.8.82 05.8.82 06.8.82	188	323	14	12	0.86	238	10	456	1
	192	282	12	6	0.87	242	14	363	4
	195	294	4	8	0.85	224	5	322	5
	170	277	7	6/10	0.86	211	4	390	11
	187	262	7	6	0.84	226	9	313	5
	164	260	15	15	0.9	209	3	321	10
	187	272	9	2	0.74	213	11	305	11/15
	190	275	12	4	0.79	216	12	320	6
	188	283	1	3	0.68	256	5	360	14
	-	278	1	4	0.81	224	1	376	5
Synchron. 06.8.82	181	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 32a Selbstbeurteilungsskalen - Müdigkeit im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte

Taq	Std.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Tages- mittel- wert
Synchron. 27.7.82		24					26		33/31		29	41				23			29.6
Freilauf 28.7.82		25				55			32		34	53		33	33				37.9
29.7.82		64		50			72		58	57	62		44		40		71		57.6
30.7.82		42		73		60				43			44					26	48
31.7.82		56		78	76			64	66	36		43		54	63				59.6
01.8.82		63			77	76		42		78	78						18		61.7
02.8.82		75		87		85	86		45		45			68		71			70.3
03.8.82		66			78		80		68	72		81	43		69	75			70.2
04.8.82		73					78	80		58	74		74		71				72.6
05.8.82		78			76	78		78					73		74	27			67.6
06.8.82		58			80	44		74			57								(57.5)*
Synchron. 06.8.82																			
07.8.82		72								77	44	58	25						

Anmerkung: Je größer der Wert, desto geringer die Müdigkeit.
Skalenbreite 0 - 90.

Tabelle 32c Selbstbeurteilungsskalen - Konzentrationsfähigkeit im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte

Std. Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Tages- mittel- wert
Synchron. 27.7.82	44					53		32/29	43	27					44			38.9
Freilauf 28.7.82	30				32			42		34	54		34	47				39
29.7.82	24			36		32		30	33	36		44		38		53		36.2
30.7.82	31			38	37				38			38					46	38
31.7.82	43		34	33			35	37	44		33		30	42				36.8
01.8.82	33			35	32		33		37	38						31		34.1
02.8.82	34		34		37	32		33		35			38		45			36
03.8.82	34			39		38		37	36		39	30		47	43			38.1
04.8.82	30					37	36		32	34		36		35				34.3
05.8.82	27			34	37		35			32		34		33	34			33.3
06.8.82	34			35	30		32											(32.5)*
Synchron. 06.8.82																		
07.8.82	30								33	32	34	30						

Anmerkung: Je größer der Wert, desto geringer die Konzentrationsfähigkeit.
Skalenbreite 0 - 90.

Tabelle 32d Selbstbeurteilungsskalen - Nervosität im Verlauf der Aktivitätsperioden und Tagesmittelwerte

Std. Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Tages- mittel- wert
Synchron. 27.7.82	71				41		73/79		71	84				86				72.1
Freilauf 28.7.82	84				87		85		85	87			85	86				85.6
29.7.82	86			87	88		87		89	88		88		86		86		87.2
30.7.82	88			88	87				87			87					86	87.2
31.7.82	88		88	87			87	88	86		86		86	84				86.7
01.8.82	88			87	85		87		87	87						87		86.9
02.8.82	88		86		85	86		87		87			86		86			86.4
03.8.82	88			88		87		88			87	87		87	86			87.3
04.8.82	86					88	88		86	87		87		88				87.1
05.8.82	88			87	86		86		86				87		85	89		86.8
06.8.82	88			87	86		85											(84.3)*
Synchron. 06.8.82																		
07.8.82	44								87	74	80	87						

Anmerkung: Je größer der Wert, desto geringer die Nervosität.
Skalenbreite 0 - 90.

Tab. 32e
 Selbstbeurteilungsskalen - Mittelwerte und Standardabweichungen bei verschiedenen
 Bedingungen

Std.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Tages- mittel- wert
Synchron.	a) Müdigkeit																	
	(n 2) 48 +33.9					(n=1) 26	(n=2) 32 +1.4	(n=1) 77	(n=2) 36.5 +10.6	(n=2) 49.5 +12	(n=1) 25	(n=1) 23						(n=1) 29.6
Freilauf	b) Zufriedenheit																	
	(n 2) 28.5 +33.3					(n=1) 17	(n=2) 26 +5.7	(n=1) 17	(n=2) 21.5 +14.9	(n=2) 13 +4.2	(n=1) 10	(n=1) 23						(n=1) 26.4
Freilauf	c) Zufriedenheit																	
	(n 10) 17.8 +4.1					(n=2) 19 +1.4	(n=4) 14 +2.3	(n=5) 17 +2.4	(n=6) 15.2 +4.3	(n=6) 19.3 +4.4	(n=5) 20.3 +6.7	(n=3) 19.2 +1.6	(n=3) 20.3 +3.5	(n=6) 18.7 +4	(n=3) 16.7 +1.5	(n=2) 20.5 +3.5	(n=1) 27 +1.7	(n=9) 18.1 +1.7

Tabelle 32e
Blatt 2

Std.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Tages- mittel- wert
Bed.																		
Synchron.	c) Konzentrationsfähigkeit																	
	(n=2) 37 + 9.9					(n=1) 53	(n=2)(n=1)(n=2)(n=1) 30.5 33 37.5 30.5 30 +2.1 +7.8 +5								(n=1) 44			(n=1) 38.9
Freilauf																		
	(n=10) 32 + 5.1	(n=2)(n=7)(n=6)(n=4)(n=5)(n=6)(n=3)(n=5)(n=6)(n=3)(n=6)(n=3)(n=2)(n=1)(n=2)																(n=2) 36.2 +2
Synchron.	d) Nervosität																	
	(n=2) 57.5 +19.1	(n=1) 41	(n=2)(n=1)(n=2)(n=2)(n=1)												(n=1) 86			(n=1) 72.1
Freilauf																		
	(n=10) 87.2 +1	(n=2)(n=7)(n=6)(n=4)(n=5)(n=6)(n=6)(n=3)(n=5)(n=3)(n=6)(n=3)(n=2)(n=1)(n=9)																(n=9) 86.8 +0.5

Anmerkung: Je größer der Wert, desto geringer sind Müdigkeit, Zufriedenheit, Konzentrationsfähigkeit und Nervosität.
Skalenbreite 0 - 90.

Tabelle 33a

Stimmungsfragebogen (Bf-S) morgens und abends
Beantwortung der einzelnen Items an jedem Versuchstag
Score morgens und abends, Tagesmittelwert

Tag Item	Tag Synchron, Freilauf												Syn. 12
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	-/2	2/1	0/2	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	1
2	-/1	2/1	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	1
3	-/1	1/1	1/1	0/0	0/0	0/1	0/1	0/0	0/0	1/1	0/0	0	0
4	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1	0
5	-/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
6	-/1	1/1	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0	1
7	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1	1
8	-/1	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
9	-/1	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	1
10	-/1	2/2	1/2	1/1	1/1	0/1	0/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0	1
11	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	1	0
12	-/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
13	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1	1
14	-/1	1/1	0/1	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	1/1	1/1	0/1	0	0
15	-/1	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
16	-/0	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
17	-/1	1/1	0/1	0/1	1/1	0/0	0/0	1/1	0/0	1/2	0/0	0	0
18	-/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
19	-/1	1/1	1/1	1/1	0/1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
20	-/0	1/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
21	-/1	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/1	0/1	1/1	0/0	0	0
22	-/2	2/2	2/2	0/2	0/1	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	0	2
23	-/1	2/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	0/1	0/-	0/1	0/1	0	0
24	-/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0	0
25	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	0/1	0/1	1/1	0/1	0	1
26	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1	1
27	-/1	2/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1	1
28	-/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1	1
morgens	-	30	16	12	11	8	7	10	9	14	7	7	
abends	25	22	23	20	19	19	20	19	17	21	17	-	13
Tages- Mittelwert (25)	26	19.5	16	15	13.5	13.5	14.5	13	17.5	12	(10)*		

Tabelle 33b Blatt 1		Stimmungsfragebogen: Beantwortung ähnlicher Items an jedem Versuchstag				
Var.	Bed.	Laune Gruppe 1 (3, 7, 8, 13)	Inn. Ruhe Gruppe 2 (5, 12, 18, 24)	Selbstsicherheit Gruppe 3 (6, 19, 23)	Geborgenheit Gruppe 4 (16, 17)	Selbstwertgefühl Gruppe 5 (4, 11, 26, 18)
Synchron. 26.07.82 (abends)	1	0.75	0.25	1	0.5	1
27.07.82	1	0.75	0.25	1.33	0.5	1
Freilauf		0.75	0	1	0.5	1
28.07.82		0.75	0	1	0	1
29.07.82		0.5	0	0.67	0	1
		0.5	0	1	1	1
30.07.82		0.5	0	0.33	0.5	1
		0.5	0	1	0.5	1
31.07.82		0.25	0	0.33	0	1
		0.75	0	0.67	0	1
01.08.82		0.5	0	0	0	1
		1	0	0.67	0	1
02.08.82		0.5	0	0	0.5	1
		0.5	0	0.67	0.5	1
03.08.82		0.5	0	0	0	1
		0.5	0	(0.5)	0	1
04.08.82		0.75	0	0.33	0.5	1
		0.75	0	0.67	1	1
05.08.82		0.5	0	0	0	0.75
		0.5	0	0.67	0	1
06.08.82 (morg.)		0.5	0	0	0	1
Synchron. 06.08.82 (ab.)		0.5	0	0.33	0	0.5

Tabelle 33b
Blatt 2

Var.	Schuldgefuhr Gruppe 6 (15)	Plan Gruppe 7 (1,21,25,27)	Geselligkeit Gruppe 8 (2,10,14)	Vegetativum Gruppe 9 (9,20,22)
Bed. Synchron. 26.07.82 (abends)	1	1.25	1	1
27.07.82	1 0	1.25 1	1.67 1.33	1.33 1
Freilauf 28.07.82	0 0	0.5 1.25	0.67 1.33	0.67 1
29.07.82	0 0	0.5 1	0.67 0.67	0 1
30.07.82	0 0	0.5 1	0.33 1	0 0.67
31.07.82	0 0	0.5 1	0 1	0 1
01.08.82	0 0	0.25 1	0 1	0 1
02.08.82	0 0	0.5 1	0.33 1	0 1
03.08.82	0 0	0.25 1	0.67 1	0 1
04.08.82	0 0	0.75 1	0.67 1	0 1
05.08.82	0 0	0.25 0.75	0.33 1	0 1
06.08.82 (morg.)	0	0.25	0	0
Synchron. 06.08.82 (ab.)	0	0.75	0.67	1

Tabelle 34 Morgenfragebogen: subjektive Beurteilung der Schlafqualität

Frage	1 (0-20)	2 (0-20)	3 (0-20)	4 (0-5)	5 (1-5)	6 (0-1)	7 (6-24)	Summe (7-96)	vegetative Störungen (0-64)	Müdigkeit (1-9)
Nacht										
Synchron.										
1. Nacht	15	5	15	5	3.5	0	9	52.5	5	7
2. Nacht	13	6	12	5	2	0	6	44	2	6
Freilauf										
3. Nacht	13	5	13.5	6	2.5	0	6	46	1	6
4. Nacht	12	7	13	4	2	0	7	45	1	6
5. Nacht	12	7	11	4	2	0	7	43	1	6
6. Nacht	12	7	11	4	2	0	7	43	1	6
7. Nacht	12	7	11	4	2	0	7	43	1	6
8. Nacht	13	6	12	4	3	0	8	46	1	6
9. Nacht	12	7	12	3	2	0	7	43	1	6
10. Nacht	12	6	11	3	2	0	8	42	1	6
11. Nacht	11	8	11	4	2	0	6	42	1	6
Synchron.										
Ø	14 + 1.4	5.5 + 0.7	13.5 + 2.1	5 + 0	2.8 + 1.1	0	7.5 + 2.1	48.3 + 6	3.5 + 2.1	6.5 + 0.7
Freilauf										
Ø	12.1 + 0.6	6.7 + 0.9	11.7 + 1	4 + 0.9	2.2 + 0.4	0	7 + 0.7	43.7 + 1.6	1 + 0	6 + 0

Anmerkung: Je geringer der Punktwert, desto besser die Beurteilung (vgl. Abschnitt 3.4.3: Auswertung der Tests, Absatz "Morgenfragebogen")

Tabelle 35a Abendfragebogen - Einzelergebnisse
Blatt 1

Frage	Tag	Synchron Freilauf											Synchr.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>Leistung</u>													
1a			1	3	2	2	2	4	5	3	4	4	2
1b			4	4	2	2	2	1	2	4	3	2	4
4		(4)	3	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3
2		(2)	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2
Zwischen-		(6)	11	14	10	10	10	11	11	13	13	13	11
summe													
<u>Kontakt</u>													
3		(3)	4	5	4	4	4	4	5	3	5	3	2
5		(0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6		(2)											
27		(3)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Zwischen-		(8)	10	11	10	10	10	10	11	9	11	9	8
summe													
<u>Sexualität/</u>													
<u>Zwischensumme</u>													
7		(3)	2	4	4	4	5	5	5	2	4	4	4
(8 - 10)		(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Tageseindrücke</u>													
<u>und Stimmung</u>													
11		(3)	4	2	1	1	1	4	3	3	3	2	4
15		(1)	4	1	1	1	1	4	3	1	1	2	1
16		(1)	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
17		- Brief -	-	-	-	-	-	Brief -	-	-	-	-	-
12		(3)	3	2	2	2	5	5	3	3	3	4	2
28		(0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29		(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Stimmung</u>													
13		(3)	4	4	2	2	2	4	3	2	2	3	3
19		(3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
26		(4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zwischen-		(19)	23	15	12	12	15	24	18	15	15	17	16
summe													
<u>Nahrungs- und</u>													
<u>Genußmittelkonsum</u>													
20		(3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21		(4)	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14		(2)	4	4	4	4	4	4	2/2	2/4	4/4	4/4	4/4*
23		(1)	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2
Zwischensumme		(11)	12	11	11	12	11	11	12	14	16	16	16
Summe		(47)	56	55	47	46	51	61	57	53	59	59	55

Tabelle 35a
Blatt 2

Frage	Tag	Synchron					Freilauf					Synchr.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tagesereignisse		(2)	2	2.5	2	2	2	4	2	2	2	2	2
		(3)	2	2.5	2	2	2	3	2	2	2	3	3
		(3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Befindlichkeit		(2)	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2
Tagesablauf		(4.5)	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4
		(4.5)	3	4	3	2	3	3	3	4	3	4	4
		(4.5)	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4
		(2)	4	3	2	2	1	4	3.5	2	3	2	2
		(2)	3	4	3	2	2	2	2	2	3	2	2
		(2)	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
Befindlichkeit-Vergleich		(2)	2	2.5	2.5	2	2	3.5	3	3	3	3	3
Zwischen-summe		(31.5)	33	35.5	29.5	26	27	37.5	32.5	31	32	32	31
vegetative Beschwerden		(4)	5	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1
Müdigkeit		(8)	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	6
Zwischen-summe		(12)	12	9	7	7	7	9	9	8	9	9	7
Gesamt-punktzahl		(90.5)	103	99.5	53.5	53	55	107.5	95.5	92	100	100	93

Tabelle 35b
Blatt 1Abendfragebogen;
Mittelwerte und Standardabweichungen bei ver-
schiedenen Versuchsbedingungen

Frage	Bed.	Synchronisation (n=2)	Freilauf (n=9)
Leistung			
körperlich	(1a)	1.5 $\pm$ 0.7	3.2 $\pm$ 1.1
geistig	(1b)	4 $\pm$ 0	2.4 $\pm$ 1
Aktivität	(4)	3 $\pm$ 0	3.78 $\pm$ 0.7
Beurteilung	(2)	2.5 $\pm$ 0.7	2.22 $\pm$ 0.4
Kontakt			
allgemein	(3)	3 $\pm$ 1.4	4.1 $\pm$ 0.8
mit Angehörigen	(5/6)	1 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0
Bedürfnis	(27)	5 $\pm$ 0	5 $\pm$ 0
Sexualität	(7-10)	3 $\pm$ 1.4	4.1 $\pm$ 0.9
Erlebnisse			
belastend	(11)	4 $\pm$ 0	2.2 $\pm$ 1.1
Ärger	(15)	2.5 $\pm$ 2.1	1.7 $\pm$ 1.1
anhaltendr. Ärger	(16)	2 $\pm$ 1.4	1.1 $\pm$ 0.3
erfreulich	(12)	2.5 $\pm$ 0.7	3.2 $\pm$ 1.2
herzli. Lachen	(26)	1 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0
den Tag beeinfl.	(29)	0	0
Stimmung			
am Tage	(13)	3.5 $\pm$ 0.7	2.7 $\pm$ 0.9
Vergleich morgens/abends	(19)	3 $\pm$ 0	3 $\pm$ 0
Wunsch nach Ortswechsel	(26)	1 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0
Nahrungs- u. Genuß- mittelkonsum			
Hungergefühl	(20)	3 $\pm$ 0	3 $\pm$ 0
Durstgefühl	(21)	3.5 $\pm$ 0.7	3 $\pm$ 0
anreg. Getränke	(14)	6 $\pm$ 2.8	5.1 $\pm$ 1.8
Alkohol	(23)	1.5 $\pm$ 0.7	1.6 $\pm$ 0.5
Zigaretten	(16)	0	0
Medikamente	(22)	0	0
Am Tage			
hingelegt	(24)	0	0
geschlafen	(25)	0	0
Mittlere Zwischen- summe m. Standard- abweichungen		56.5 $\pm$ 2.1	54.56 $\pm$ 5.2

Tabelle 35b
Blatt 2

Frage	Bed.	Synchronisation (n=2)	Freilauf (n=9)
Tagesereignisse			
- und Stimmung		2 ± 0	2.3 ± 0.7
- und geistige Leistungsfähigkeit		2.5 ± 0.7	2.3 ± 0.4
- und körperliche Leistungsfähigkeit		3 ± 0	3 ± 0
Befindlichkeit		2.5 ± 0.7	2.2 ± 0.4
Tagesablauf			
- Arbeit allgem.		4 ± 0	4.2 ± 0.4
- geistig		3.5 ± 0.7	3.2 ± 0.7
- körperlich		4.5 ± 0.7	4.7 ± 0.5
- emotionale Belastung		3 ± 1.4	2.5 ± 0.9
- Erfolg		2.5 ± 0.7	2.4 ± 0.7
- Gesamtbeurteilung		2 ± 0	2.1 ± 0.3
Stimmung			
- Vergleich m.d.Vortrag		2.5 ± 0.7	2.7 ± 0.5
Vegetative Beschwerden		3 ± 2.8	1.6 ± 0.5
Wachheitsgrad		6.5 ± 0.7	6.7 ± 0.5
Mittlere Zwischen- summe mit Standard- abweichungen		41.5 ± 5	39.9 ± 4.2
Mittlere Gesamtsumme mit Standardabwei- chungen		98 ± 7.1	94.4 ± 9

Tabelle 36 Fragebogen vor und nach dem Versuch:
FPI, E.N.NR.- und VELA-Fragebogen

a) Freiburger-Persönlichkeits-Inventar

	vorher (A)	nachher (B)	Standard- wert
Nervosität	7	6	
Aggressivität	5	4	
Depressivität	8	7	
Erregbarkeit	7	7	
Geselligkeit	6	3	
Gelassenheit	1	2	
Dominanzstreben	6	5	
Gehemmtheit	5	5	
Offenheit	5	4	
Extraversion	4	2	
Emot. Labilität	9	8	
Maskulinität	1	2	

je 1-9

b) Fragebogen E.N.NR

	vorher	nachher	Testscore
Extraversion	20	16	0 - 32
Neurotizismus	28	37	0 - 40
Rigidität	34	38	0 - 40

c) VELA-Fragebogen (Beschwerden)

Symptom	vorher	nachher
bejaht	18	23

d) Typologie der circadianen Phasenlage und Chronohygiene

"schwach ausgeprägter Morgentyp"

(64 Punkte)

Tabelle 37a Subjektive Beurteilung der Nacht und objektive Schlafteigenschaften

subj. Var.	Subjektive Beurteilung der Nacht										
	gut				mittelmäßig			schlecht			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
subj. Beurteilg.	11	5	7	6	9	10	4	2	5	3	1
subj. Beurteilg. nach Punktbe- wertung	11	10	9	7	5	8	6	4	2	3	1
obj. Beurteilg. nach EEG-Kri- terien	5	7	11	6	2	9	4	1	3	6	10
Schlafvariable											
- Ruhezeit	10	3	9	4	6	1	7	5	2	11	5
- Schlafzeit	3	4	1	7	6	9	10	6	2	11	5
- Schlafeffi- zienz	7	3	5	2	4	6	11	9	5	10	1
- Schlaflatenz	1	3	2	11	7	5	4	6	6	9	10
- Wach insges.	7	3	2	5	4	6	11	9	8	10	1
- Wach in SPT	5	7	6	9	4	11	2	3	8	10	1
- Awakenings insgesamt	5	2	11	7	6	8	4	1	3	9	10
- Awakenings in SPT	5	11	2	9	6	7	4	6	1	3	10
- registrierte Wachzeiten: Schätzung	9	10	8	11	=5	=7	4	6	1	2	3
Aufwachknopf	9	8	10	11	=5	=7	1	4	6	2	3
- S-1 in TIB	6	5	7	1	11	2	8	10	3	9	4
- S-1 in SPT	6	5	1	7	11	2	8	3	10	9	4
- REM	2	5	6	11	7	9	3	5	10	4	1
- SWS	5	11	6	2	3	1	5	7	10	4	9
Tiefschlaflatenzen											
2-3-Latenz	5	4	7	6	1	11	9	8	3	2	10
2-4-Latenz	5	6	1	11	7	3	8	2	10	4	9
REM-Latenz (2-R-Latenz)	7	9	6	5	11	4	8	3	10	2	1

Anmerkung: Unter den Bewertungsziffern 1 - 11 ist jeweils die der Beurteilung entsprechende Nacht aufgeführt: z.B. wurde die 11. Nacht subjektiv am besten und die erste am schlechtesten bemessen. In der vierten und neunten Nacht wurde Schlafstadium 4 nicht erreicht.

Tabelle 37b Übereinstimmung von subjektiver und objektiver Schlafbeurteilung

obj. subj.	objektive Beurteilung		
	gut	mittelmäßig	schlecht
subjektive Beurteilung: gut			
11. Nacht	47.1%	41.2%	11.8%
5. Nacht	70.6%	17.7%	11.8%
7. Nacht	52.9%	41.2%	5.9%
6. Nacht	47.1%	35.3%	17.7%
subjektive Beurteilung: mittel- mäßig			
9. Nacht	35.3%	17.7%	47.1%
10. Nacht	17.7%	5.9%	76.5%
4. Nacht	17.7%	47.1%	35.3%
subjektive Beurteilung: schlecht			
2. Nacht	41.2%	17.7%	41.2%
8. Nacht	11.8%	35.3%	52.9%
3. Nacht	29.4%	17.7%	52.9%
1. Nacht	29.4%	23.5%	47.1%

Tabelle 37c Schlafbeurteilung anhand objektiver EEG-Auswertung

obj. subj.	Beurteilung nach objektiven Kriterien gut / mittelmäßig / schlecht		Diff.
5. Nacht (subj. gut)	88.3%	29.5%	+ 58.8
7. Nacht (subj. gut)	94.1%	47.1%	+ 47.0
11. Nacht (subj. gut)	88.3%	53.0%	+ 35.3
6. Nacht (subj. gut)	82.4%	53.0%	+ 29.4
2. Nacht (subj. schlecht)	58.9%	58.9%	+ 0.0
9. Nacht (subj. mittel)	53.0%	64.8%	- 11.8
4. Nacht (subj. mittel)	64.8%	82.4%	- 17.6
1. Nacht (subj. schlecht)	52.9%	70.6%	- 17.7
3. Nacht (subj. schlecht)	47.1%	70.6%	- 23.5
8. Nacht (subj. schlecht)	47.1%	88.2%	- 41.1
10. Nacht (subj. mittel)	23.6%	82.4%	- 58.8

Tabelle 37d Übereinstimmung der subjektiven Beurteilung
mit objektiven EEG-Kriterien

63.6% :	Wachzeiten innerhalb der Schlafzeit 2-3-Latenz 2-REM-Latenz
54.6% :	REM-Anteil Awakenings innerhalb der Schlafzeit Awakenings innerhalb der Ruhezeit
45.5% :	Wachzeiten innerhalb der Ruhezeit Schlafeffizienz Dauer der Schlafzeit
36.4% :	S-1-Anteil bezogen auf die Ruhezeit S-1-Anteil bezogen auf die Schlafzeit 2-4-Latenz geschätzte Awakenings
27.3% :	Schlaflatenz Tiefschlafanteil Drücken des "Aufwach-Knopfes" (registrierte Awakenings)
18.2% :	Dauer der Ruhezeit

Tab. 37a - d Erläuterungen

Zum einen interessierte die Frage, inwieweit die subjektive und die objektive Beurteilung der Nächte übereinstimmt, zum anderen, von welchen Schlafeigenschaften das subjektive Schlaferleben abhängig ist. Zu diesem Zweck wurden 17 Schlafvariable ausgewählt und die Meßdaten der einzelnen Nächte miteinander verglichen. Die Nacht, in der die jeweilige Schlafvariable nach objektiven Kriterien besonders "gut" war, wurde unter der Kennziffer 1 vermerkt, die Nacht, in der die Schlafvariable (im direkten Vergleich) besonders "schlecht" war, unter der Kennziffer 11. Die Ziffern 1 - 11 entsprechen also der Beurteilung in der Reihenfolge ihrer Güte: je höher der Wert, desto schlechter die Qualität.

Beispielsweise wurde die 11. Nacht subjektiv am besten (1 Punkt) und die 1. Nacht subjektiv am schlechtesten (11 Punkte) erlebt. Nach objektiven Maßstäben ist dagegen die 5. Nacht die beste (1 Punkt) und die 10. Nacht die schlechteste von den insgesamt 11 in den Vergleich einbezogenen Nächten (maximal 11 Punkte).

Die 12. Nacht kann hier nicht berücksichtigt werden, weil der Proband am letzten Tag der Untersuchung keinen allgemeinen Morgenfragebogen abgegeben hatte.

Analog dazu ist die 9. Nacht mit dem geringsten Tiefschlafanteil (SWS) unter der Kennziffer 11 und die 5. Nacht mit dem größten Tiefschlafanteil unter der Kennziffer 1 genannt.

Nun besteht keine 100%ige Übereinstimmung bei der in elf Stufen gegliederten Bewertung. Deshalb erfolgte eine grobere Unterteilung in drei Kategorien: "gut" (1-4 Punkte), "mittelmäßig" (5-7 Punkte) und "schlecht" (8-11 Punkte).

Tabelle 37b ergibt sich aus Tabelle 37a, indem man prüft, wieviele der 17 Schlafvariablen (= 100%) nach objektiven Kriterien bzw. im Vergleich zueinander in die Bewertungskategorie "gut", "mittelmäßig" oder "schlecht" fallen.

Beispielsweise beurteilte der Proband die 11. Nacht besonders gut. Nach objektiven Maßstäben fallen 8 Schlafvariable dieser Nacht (= 47,1%) ebenfalls in die Kategorie "gut", 7 (= 41,2%) in die Kategorie "mittelmäßig" und 2 (= 11,8%) in die Kategorie "schlecht". Die Nächte sind von oben nach unten in der Reihenfolge ihrer subjektiven Bewertung aufgeführt.

Tabelle 37c erhält man, wenn man feststellt, wieviele von den 17 in Tabelle 37a genannten Schlafvariablen (= 100%) nach objektiven Kriterien "gut und mittelmäßig" (1-7 Punkte) und wieviele von ihnen "schlecht und mittelmäßig" (5-11 Punkte) eingestuft wurden. Den objektiven Kriterien zufolge war die 5. Nacht die beste. Von den 17 Schlafvariablen dieser Nacht (= 100%) fallen 15 (= 88,3%) in die Bewertungskategorie "gut und mittelmäßig" und 5 (= 29,5%) in die Bewertungskategorie "mittelmäßig und schlecht". Insgesamt überwiegen hier bei weitem die guten Beurteilungen.

Bildet man die Differenz dieser zwei Prozentwerte, so wird sie von oben nach unten zunehmend kleiner bzw. negativ. Die Nächte sind hier in der Reihenfolge ihrer objektiven Beurteilung aufgeführt. Zum Vergleich ist zusätzlich die subjektive Bewertung angegeben.

Abschließend wurde die Abhängigkeit der subjektiven Nachtbeurteilung von den einzelnen Schlafvariablen untersucht. Beispielsweise bewertete der Proband die 5., 7. und 6. Nacht gut, die 4. Nacht mittelmäßig und die 8., 3. und 1. Nacht schlecht. In den hier genannten subjektiv guten Nächten ist der Anteil von Stadium Wach vergleichsweise gering, das heißt, die objektive Bewertung ebenfalls gut, in der 4. Nacht ist er mittelgradig hoch und in den zuletzt genannten "schlechten" Nächten besonders hoch und die objektive Beurteilung dementsprechend schlecht. Hier ergibt sich in 7 von 11 Nächten (= 63,6%) eine Übereinstimmung zwischen objektiver Bewertung der untersuchten Schlafvariablen und subjek-

tiver Schlafqualität. In dieser Weise wurden alle 17 Schlafvariablen überprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 37d nach dem Grad der Übereinstimmung geordnet zusammengestellt.

Tab. 38a Allgemeine Schlafvariable in Abhängigkeit
vom nächtlichen Verlauf der Körpertempe-
ratur - Korrelation

	Höhe der Kör- pertemperatur bei Schlafbe- ginn	Abweichung d. Minimums von der Mitte der Ruhezeit	Steilheit des Temperaturan- stiegs in der Nacht
Dauer der Ru- zeit in Minu- ten (TIB)	0.41 0.38 0.07	0.43 0.43 0.52	-0.25 -0.15 -
Dauer der Schlafzeit in Minuten (SPT)	0.28 0.36 0.09	0.51 0.57* 0.63*	-0.18 -0.08 -
Dauer der ech- ten Schlafzeit in Minuten (IST)	-0.03 -0.18 -0.35	-0.29 -0.55* -0.50	
Schlafeffizi- enz der Nacht (%TIB)	-0.58 -0.66* -0.58*	0.23 -0.02 0.13	
S-1-Latenz in Minuten	-0.25 -0.28 -0.37	-0.01 -0.07 0.04	
S-1-Latenz (%TIB)	-0.29 -0.28 -0.37	-0.08 -0.15 -0.05	
S-2-Latenz in Minuten	0.30 0.15 -0.02	0.01 -0.09 0.03	
S-2-Latenz (%TIB)	0.25 0.09 -0.07	-0.06 -0.17 -0.04	

Anm.: Die Korrelation wurde jeweils für alle zeitgeber-
freien Nächte in Andechs (n=9), für die zeitgeber-
freien und synchronisierten Nächte in Andechs ohne
die 12. Nacht (n=11) und für zeitgeberfreie und
synchronisierte Nächte in Andechs und München 1982
(hier nur unter Berücksichtigung der 1. Nacht)
(n=12) berechnet. Die Korrelationskoeffizienten
sind in dieser Reihenfolge von oben nach unten
aufgeführt. Mit * gekennzeichnete Werte sind sig-
nifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit α : 5%).

Tab. 38b Schlafstadienanteile in Abhängigkeit vom nächtlichen Verlauf der Körpertemperatur - Korrelation

	Bed.	Höhe der Körpertemperatur bei Schlafbeginn	Abweichung des Temperaturminimums von der Mitte der Ruhezeit
Wachzeit innerhalb der Schlafperiode (%SPT)	FL FL/S A/M	0.79** 0.74** 0.70**	0.68* 0.77** 0.66**
Stadium 1 innerhalb der Schlafperiode (%SPT)	FL FL/S A/M	0.36 0.21 0.37	0.71* 0.38 0.17
Stadien 3 und 4 innerhalb der Schlafperiode (%SPT)	FL FL/S A/M	-0.19 -0.21 -0.27	-0.49 -0.45 -0.34
Stadium REM innerhalb der Schlafperiode (%SPT)	FL FL/S A/M	-0.56 -0.61* -0.53*	-0.74** -0.82** -0.76**
2-REM-Latenz in Minuten	FL FL/S A/M	0.81** 0.59* 0.49	0.77** 0.71** 0.68**
2-REM-Latenz (%SPT)	FL FL/S A/M	0.80** 0.57* 0.52	0.63* 0.66* 0.59*
Dauer der ersten REM-Episode der Nacht	FL FL/S A/M	-0.01 0.20 0.29	0.30 0.36 0.24
REM-Schlaf im 1. Drittel der Ruhezeit (min)	FL FL/S A/M	-0.29 -0.45 -0.38	-0.08 -0.40 -0.38
REM-Schlaf im 1. Drittel der Ruhezeit (%TIB)	FL FL/S A/M	-0.32 -0.48 -0.35	-0.18 -0.47 -0.47
REM-Schlaf im 1. Drittel der Schlafzeit (min)	FL FL/S A/M	-0.57 -0.63* -0.62*	-0.32 -0.55* -0.54*
REM-Schlaf im 1. Drittel der Schlafzeit (%SPT)	FL FL/S A/M	-0.56 -0.64* -0.59*	-0.42 -0.60* -0.53*

Anm.: Tab. 38b entspricht Tab. 38a. Die Bedingungen sind hier in abgekürzter Form angegeben. Mit ** gekennzeichnete Werte sind sehr signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha: 1\%$).

Tab. 39a Allgemeine Schlafvariable in Abhängigkeit von der nächtlichen Cortisol-Konzentration - Korrelation

	Konzentration des freien Cortisols im Urin bei Schlafbeginn	Abweichung des Cortisol-Minimums von der Mitte der Ruhezeit	Steilheit des Konzentrationsanstiegs im Verlauf der Nacht
Dauer der Ruhezeit (min)	-0.64* -0.52	0.44 0.18	0.48 0.32
Dauer der Schlafzeit (min)	-0.40 -0.41	0.43 0.29	0.14 0.06
Dauer der echten Schlafzeit (min)	-0.29 -0.10	0.49 0.31	-0.06 -0.08
Schlafeffizienz der Nacht (%TIB)	0.40 0.44	0.14 0.22	-0.60* -0.37
S-1-Latenz (min)	0.32 0.35	-0.46 -0.46	-0.59 -0.57*
S-1-Latenz (%TIB)	0.42 0.45	-0.53 -0.49	-0.63* -0.60*
S-2-Latenz (min)	-0.45 -0.28	0.13 -0.03	0.73* 0.59*
S-2-Latenz (%TIB)	-0.37 -0.19	0.06 -0.09	0.69* 0.55*

Anm.: Die Korrelation wurde jeweils für alle zeitgeberfreien Nächte in Andechs (n=9) und für alle zeitgeberfreien und synchronisierten Versuchstage mit Ausnahme der 12.Nacht in Andechs 1982 (n=11) berechnet. Die Korrelationskoeffizienten sind in dieser Reihenfolge von oben nach unten aufgeführt. Mit * gekennzeichnete Werte sind signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit α : 5%), mit ** gekennzeichnete Werte sehr signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit α : 1%).

Tab. 39b Schlafstadienanteile in Abhängigkeit von
der nächtlichen Cortisol-Konzentration
- Korrelation

	Konzentration des freien Cortisols im Urin bei Schlafbeginn	Abweichung d. Cortisol-Mini- mums von der Mitte der Ruhezeit	Steilheit des Konzentrations- anstiegs im Verlauf der Nacht
Wachzeit inner- halb der Schlaf- zeit (%SPT)	-0.40 -0.44	-0.07 -0.03	0.55 0.23
Stadium 1 inner- halb der Schlaf- zeit (%SPT)	-0.65* -0.53	0.52 0.47	0.27 0.28
Stadien 3 und 4 innerhalb der Schlafzeit (%SPT)	0.61* 0.59*	-0.27 -0.21	-0.23 -0.20
REM-Schlaf inner- halb der Schlaf- zeit (%SPT)	0.67* 0.56*	-0.33 -0.05	-0.58 -0.28
2-REM-Latenz (min)	-0.38 -0.38	0.41 0.49	0.55 0.09
2-REM-Latenz (%SPT)	-0.23 -0.34	0.21 0.39	0.58 0.10
REM-Schlaf im 1. Drittel der Ruhe- zeit (min)	0.14 0.27	-0.11 -0.09	-0.78** -0.54
REM-Schlaf im 1. Drittel der Ruhe- zeit (%TIB)	0.24 0.33	-0.21 -0.14	-0.74** -0.51
REM-Schlaf im 1. Drittel der Schlafzeit (min)	0.46 0.52	-0.70* -0.73**	-0.76** -0.48
REM-Schlaf im 1. Drittel der Schlafzeit (%SPT)	0.54 0.57*	-0.75** -0.76**	-0.73* -0.48
Dauer der ersten REM-Episode der Nacht (min)	0.07 -0.18	0.43 0.36	-0.10 0.01

Anm.: Tab. 39b entspricht Tab. 39a.

Tab. 40
Blatt 2

-
- 3b) Erscheinungszeitpunkt des Temperaturmaximums bezogen auf die Aktivitätsperiode der Versuchsperson (Stunde α) und Zeitpunkt des besten Tagesergebnisses im logischen Entscheidungstest
- $r = 0.59$ (n=10) $r = 0.53$
- 4a) Schlaffeffizienz der Nacht und Müdigkeit am nachfolgenden Tag
- $r = -0.39$ $r = +0.13$
- 4b) Schlaffeffizienz der Nacht und Zufriedenheit am nachfolgenden Tag
- $r = 0.11$ $r = -0.35$
- 4c) Schlaffeffizienz der Nacht und Konzentrationsfähigkeit am nachfolgenden Tag
- $r = 0.30$ $r = 0.03$
- 5a) Müdigkeit am Tage und Grad der Zufriedenheit
- $r = -0.14$ $r = -0.80^{**}$
- 5b) Müdigkeit am Tage und Konzentrationsfähigkeit
- $r = -0.21$ $r = -0.60^{*}$
- 5c) Konzentrationsfähigkeit am Tage und Grad der Zufriedenheit
- $r = 0.68^{*}$ $r = 0.75^{**}$
- 6a) Müdigkeit in jeder Stunde der Aktivitätsperiode der Versuchsperson und Grad der Zufriedenheit
- $r = -0.76^{**}$ (n=16) $r = -0.03$ (n=8)
- 6b) Müdigkeit in jeder Stunde der Aktivitätsperiode der Versuchsperson und Konzentrationsfähigkeit
- $r = -0.68^{**}$ (n=16) $r = -0.39$ (n=8)
- 6c) Konzentrationsfähigkeit in jeder Stunde der Aktivitätsperiode der Versuchsperson und Grad der Zufriedenheit
- $r = 0.61^{**}$ (n=16) $r = 0.17$ (n=8)
- 7) Stimmung am Morgen und Stimmung am Abend (Bf-S)
- $r = 0.62^{*}$ $r = 0.63^{*}$

Tab. 40
Blatt 3

-
- 8a) Schlafeffizienz der Nacht und Stimmung am Morgen
des nachfolgenden Tages (Bf-S morgens)
 $r = 0.27$ $r = -0.4$
- 8b) Schlafeffizienz der Nacht und Stimmung am Abend
des nachfolgenden Tages (Bf-S abends)
 $r = 0.36$ $r = 0.11$
- 8c) Schlafeffizienz der Nacht und Stimmung am nachfol-
genden Tag (Bf-S, Tages-Mittelwert)
 $r = 0.35$ $r = -0.39$
- 9a) Stimmung am Abend (Bf-S abends) und Müdigkeit
am Abend (Abendfragebogenergebnis)
 $r = 0.04$ $r = 0.6^* (n=12)$
- 9b) Stimmung am Morgen (Bf-S morgens) und Müdigkeit
am Morgen (Morgenfragebogenergebnis)
 $r = -$ $r = -$
- 10a) Stimmung am Abend (Bf-S abends) und Ergebnis
des allgemeinen Abendfragebogens
 $r = 0.21$ $r = 0.13 (n=12)$
- 10b) Stimmung am Morgen (Bf-S morgens) und Ergebnis
des allgemeinen Morgenfragebogens
 $r = 0.45$ $r = 0.92^{**}$

Fragebogen vor dem VersuchDatum:Uhrzeit:

Name:
Vorname:
Alter:
Geburtsdatum:
Größe:
Gewicht:
Zahl und Geschlecht der Geschwister:
Stellung in der Geschwisterreihe:
Beruf:
Schulbildung:
Familienstand:
Anschrift:

- 1) Wodurch und wann erfuhren Sie von diesen Versuchen?
- 2) Wissen Sie etwas über bisherige Versuche? Wenn ja, was und woher?
- 3) Wissen Sie etwas über die Ergebnisse der bisherigen Versuche?
Wenn ja, was und woher?
- 4) Wie und womit wollen Sie sich während des Versuchs beschäftigen?
- 5) Was haben Sie sich zum Arbeiten, was zur Entspannung mitgebracht?

6) Halten Sie normalerweise einen Mittagsschlaf?

7) Schlafen Sie normalerweise
sehr gut - gut - mäßig - schlecht

8) Was wird Ihnen Ihrer Meinung nach während der Isolation
Schwierigkeiten bereiten?

9a) Ist Ihr Tagesablauf im allgemeinen
sehr regelmäßig - ziemlich regelmäßig - ziemlich unregelmäßig
- sehr unregelmäßig

9b) Wie sind Ihre Essgewohnheiten?

Zu welchen Zeitpunkten nehmen Sie normalerweise zu Hause
Ihre Mahlzeiten ein?

Frühstück: Mittagessen: "Kaffeestunde":
Abendessen:

9c) Wonach richten Sie den Zeitpunkt der Mahlzeiten?
(z. B. Uhrzeit, Hungergefühl, vorgegebene Termine wie Arbeitszeiten)

9d) Nehmen Sie regelmäßig / unregelmäßig Zwischenmahlzeiten
ein (z. B. Obst, Süßigkeiten, Joghurt)?
Wenn ja, wann?

10) a) Welche Medikamente nehmen Sie?

b) In welcher Menge?

c) Sind Sie zur Zeit in ärztlicher Behandlung?

d) Leiden Sie an einer Krankheit?

11) Sind Sie Rechts- oder Linkshänder?

12) Womit beschäftigen Sie sich normalerweise in Ihrer Freizeit?

- 13) Können Sie im allgemeinen konzentriert arbeiten?
- sehr gut - gut - mäßig - schlecht
- 14) Erwarten Sie, daß Sie sich in der Isolation besser konzentrieren können? Weshalb (nicht)?
- 15) Wollen Sie Gymnastik betreiben? Wie lange und wie oft?
- 16) Womit und wie haben Sie sich in der letzten Zeit hauptsächlich beschäftigt?
- 17) Welche Gründe veranlaßten Sie, an diesem Versuch teilzunehmen?
- um alleine zu sein
- um ungestört zu arbeiten (lernen) zu können
- um ruhiger zu werden
- um zu sehen, ob ich die Isolation durchhalten werde
- um Geld zu verdienen
- um aus dem alten Trott zu kommen
- um Zeit für meine Hobbies zu haben
- um mich selbst kennenzulernen
- um etwas Neues zu erleben
- um Meditieren zu können
- 18) Haben Sie vor abzunehmen?
- 19) Ihr Kommentar zu den Fragen:

Fragebogen nach dem Versuch:Name:

- 1) Womit haben Sie sich während des Versuchs vorwiegend beschäftigt?
Bitte numerieren Sie der Reihenfolge nach und geben Sie in der Klammer an, wieviele Stunden täglich im Durchschnitt!

Basteln ()

Kochen ()

Malen ()

Zeichnen ()

Musikhören:

Spielen ()

Unterhaltungsmusik ()

Lesen:

klassische Musik ()

Unterhaltungslektüre ()

Musizieren ()

Fachliteratur, Klassiker ()

Arbeiten ()

Nachdenken ()

Unterhalten (im Doppelversuch) ()

----- ()

----- ()

- 2) Welchen Tag und welche Uhrzeit haben Sie Ihrer Zeitrechnung nach?
- 3) Glauben Sie, daß Ihre Zeitrechnung von der objektiven Zeit abweicht?
Wenn ja, in welcher Richtung?
- 4) War der Aufenthalt in der Isolation langweilig?
sehr oft - ziemlich oft - manchmal - selten - nie
- 5) Wenn ja, zu welcher Zeit war es Ihnen gewöhnlich langweilig?
morgens - mittags - nachmittags - abends
Beginn des Versuchs - Mitte - Ende des Versuchs
- 6) Haben Sie manchmal versucht, die Wachphase willkürlich zu verkürzen oder zu verlängern?
öfters - manchmal - selten - nie
- 7) Wenn ja, auf welche Art haben Sie das versucht?

- 8) Sind Sie morgens gleich nach dem Aufwachen aufgestanden?
- 9) Ist Ihnen während des Versuchs etwas Besonderes aufgefallen?
Wenn ja, in welchem Abschnitt des Versuchs?
- 10) War die Isolation eine Belastung für Sie?
ja, sehr - ja, manchmal - nur selten - nie
- 11) Wenn Sie ein Stimmungstief hatten, lag es an der Versuchssituation?
Wenn nicht, woran sonst?
- 12) Konnten Sie sich während des Versuchs schlechter oder besser auf Ihre Arbeit konzentrieren als sonst?
- 13) Ist Ihnen manchmal der Gedanke gekommen, den Versuch abubrechen?
Wenn ja, aus welchen Gründen?
- 14) Warum haben Sie den Versuch dennoch nicht abgebrochen?
- 15) Hatten Sie irgendwelche Anhaltspunkte, die auf die reale Zeit hinwiesen? Wenn ja, welche waren das? (z.B. Versorgung, Post)
- 16) Hat Sie etwas gestört oder geärgert während des Versuchs?
Wenn ja, was war das?
- 17) Was hat Ihnen gefallen?

18) Würden Sie einen solchen oder Ähnlichen Versuch noch einmal machen?

ja - vielleicht - nein

Wenn ja, wann könnten Sie wiederkommen?

Wenn ja, lieber allein oder zu zweit?

19) Haben Sie Gymnastik oder Ähnliches betrieben? Wenn ja, wie oft,
Welche Art, wie lange und zu welcher Zeit?

20) Sind Sie zu all dem gekommen, was Sie sich vorgenommen hatten?

Wenn nicht, was hätten Sie noch gerne gemacht und aus welchen
Gründen sind Sie nicht dazu gekommen?

21) Haben Sie während der Schlafenszeit mehr oder weniger geträumt
als normalerweise?

22) Hatten Sie ein starkes Bedürfnis nach Bewegung?

Wenn ja, zu welchen Zeiten des Tages?

In welchen Abschnitten des Versuchs?

23) Können Sie im normalen Leben zu einer bestimmten, Ihnen ungewohn-
ten Zeit aufwachen, wenn Sie es sich vornehmen?

24) Schlafen Sie gewöhnlich schnell ein?

25) Wachen Sie nachts öfters auf?

Wenn ja, schlafen Sie dann schnell wieder ein?

26) Wie lange schlafen Sie gewöhnlich? Von wann bis wann?

27) Fällt es Ihnen normalerweise schwer, früh aufzustehen?

28) Haben Sie während des Versuchs mehr oder weniger gegessen als sonst? Wenn weniger, wollten Sie abnehmen, hatten Sie keine Lust zu kochen oder hatten Sie keinen Appetit?

29) Haben Sie viel geraucht?

mehr als sonst - wie üblich - weniger als sonst - ich rauche nicht

30) Bitte streichen Sie an, ob Sie während des Versuchs

Kaffee - Tee - Milch - Saft - zu sich genommen haben?

31) Welche Medikamente haben Sie zu sich genommen und in welcher Menge?

32) Was haben Sie am meisten entbehrt? Bitte numerieren Sie der Reihenfolge nach?

Gesellschaft mit Freunden

Alkohol

Bewegungsspielraum

Beisammensein mit Ihrer Freundin (Freund, Ehepartner)

Besuch von Lokalen, Geschäften,

33) Wie wirkte der Versuch auf Sie?

Unangenehmer, als Sie erwarteten oder
angenehmer, als Sie erwarteten?

Weshalb?

34) Wie war Ihre körperliche Verfassung während des Versuchs?

gut - mäßig - schlecht

Hatten Sie:

Kopfschmerzen ?

Schwindelgefühl ?

Magenschmerzen ?

Augenschmerzen ?

Wie oft und zu welchem Zeitpunkt des Versuchs?

35) Haben Sie sich während des Versuchs mehr Zeit für die körperliche Pflege genommen als sonst?

36) Welcher Menschentyp eignet sich Ihrer Meinung nach besonders gut für solche Versuche und welcher Typ könnte den Versuch nicht oder nur schwer durchhalten?

37) In welchen Abschnitten des Versuchs hatten Sie den Wunsch nach Kontakt mit der Außenwelt? Wann war er am stärksten?

38) Glauben Sie, daß Sie mehr oder weniger geschlafen haben als sonst? Weshalb?

39) Wie fühlen Sie sich jetzt?

40) Glauben Sie, daß Sie länger wach waren als sonst? Weshalb (nicht)?

41) Könnten Sie sich Bedingungen vorstellen, unter denen der Versuch eine Belastung werden könnte? Wenn ja, welche sind das?

42) Wie war das Verhältnis von Arbeit und Beschäftigung mit anderen Dingen?

Hat es sich während des Versuchs geändert?

43) Haben Sie sich einen Bart stehen lassen?

44) Hatten Sie während des Versuchs Halluzinationen?

45) Haben Sie versucht abzunehmen?

46) Haben Sie Selbstgespräche geführt?

47) Haben Sie regelmäßig/unregelmäßig Zwischenmahlzeiten eingenommen? Wenn ja, wie sah das aus?

48) Wie verteilten Sie normalerweise während des Versuchs Ihre Mahlzeiten? (z.B. nach bestimmten Gongsignalen, Hungergefühl)

49) Glauben Sie, ein guter/schlechter "Futterverwerter" zu sein?

=====
Bitte nicht ausfüllen!
=====

Uhrzeit: objektiv:
 subjektiv:

Datum: objektiv:
 subjektiv:

Gewicht:

Versuchsanordnung:

Spezielle Fragen zum Versuch:

(Persönliche Veränderungen)

Name: _____ Datum: _____ Uhrzeit: _____

- I. Als Sie heute morgen aufwachten bzw. als Sie jetzt eben geweckt wurden, was haben Sie da geträumt?
Können Sie den Traum schildern?

II. Haben Sie heute während der Nacht geträumt?

Ja, mit Erinnerung daran ☐

Ja, aber Inhalt vergessen ☐

Nein, nicht geträumt ☐

Wenn Ja, wie oft haben Sie wohl geträumt? _____ mal

Können Sie einen oder mehrere Träume aus dieser Nacht jetzt aufschreiben?

1. Wie gut haben Sie heute Nacht geschlafen?

Zur Beantwortung: Stellen Sie sich vor, daß Sie den Wert 100% ankreuzen würden, wenn Sie normal geschlafen haben.

Haben Sie heute schlechter geschlafen, dann wählen Sie einen entsprechenden Wert zwischen 0 und 100%, haben Sie besser geschlafen als 'normal', dann wählen Sie einen entsprechenden Wert zwischen 100 und 200%.

Wie gut haben Sie dann heute Nacht geschlafen?

_____ %

2. War die Dauer des Einschlafens normal (100%), kürzer als sonst (0-100%) oder länger (100-200%)?

_____ %

3. Haben Sie heute Nacht so gut wie normal durchgeschlafen (100%), besser (100-200%) oder schlechter (0-100%) ?

_____ %

4. Sind Sie während des Schlafes aufgewacht oder nicht? Was glauben Sie?

Aufgewacht ☐ Nicht aufgewacht ☐
wie oft?: _____

5. Was würden Sie insgesamt sagen: Haben Sie eher ruhig oder eher unruhig geschlafen?

sehr ruhig	ziemlich ruhig	weder ruhig noch unruhig	ziemlich unruhig	sehr unruhig
☐	☐	☐	☐	☐

6. Sind Sie spontan heute morgen aufgewacht oder wurden Sie geweckt?

spontan aufgewacht ☐ wurde geweckt ☐

7. Wurden Sie heute Nacht durch eines der folgenden Dinge beim Schlafen gestört oder wurden Sie dadurch nicht gestört?:

	nicht gestört	leicht gestört	ziemlich gestört	sehr gestört
Elektroden	_____	_____	_____	_____
Bett	_____	_____	_____	_____
Raumklima	_____	_____	_____	_____
Geräusche	_____	_____	_____	_____
Anwesenheit der Versuchsleiter	_____	_____	_____	_____
sonstiges	_____	_____	_____	_____

stark	erheblich	merklich	kaum	nicht
-------	-----------	----------	------	-------

Kreuzen Sie bitte jeweils das Kästchen an, das Ihren ^{jetztigen} heutigen Zustand entspricht.

	stark	erheblich	merklich	kaum	nicht
allgemeines Schwächegefühl					
Müdigkeit					
Schwindelgefühl					
Schwitzen					
feuchte Hände					
Frieren					
Stetigkeitsgefühl					
Kopfschmerzen					
Schmerzen anderer Art					
Hustenreiz, Räuspern					
Herzklopfen					
Magenbeschwerden					
Hungergefühl					
zitterig					
Verkrampfen des Körpers					
Verrostet					

Außerdem stellte ich heute fest:

.....					
.....					

Wie müde bzw. wie wach sind Sie jetzt?

totmüde	sehr müde	müde	leicht müde	weder noch	gerade wach	niedlich wach	sehr wach	hellwach
---------	-----------	------	-------------	------------	-------------	---------------	-----------	----------

ABEND-FRAGEBOGEN

Name Datum Uhrzeit

1. Wieviele Stunden haben Sie heute körperlich gearbeitet und/oder geistig gearbeitet
2. Wann ja, waren Sie heute mit Ihren Leistungen bei der Arbeit (Studium): sehr zufrieden sehr unzufrieden
3. Hatten Sie heute viel oder wenig Kontakt mit Menschen? sehr viel sehr wenig
4. Ihre körperliche Aktivität war heute: sehr gering sehr groß
5. Hatten Sie heute Kontakt mit einem oder mehreren Menschen, die Ihnen gefühlsmäßig nahestehen? Ja Nein
6. Wenn ja, war dieser Kontakt: sehr zufriedenstellend nicht zufriedenstellend
7. Ihr sexueller Antrieb war heute: sehr gering sehr stark
8. Wieviele Orgasmen hatten Sie heute?
9. Von welcher Intensität waren die Orgasmen: sehr gering sehr stark
10. Um wieviel Uhr war der letzte Orgasmus? Uhr
11. Gefühlsmäßig belastende Erlebnisse waren heute: sehr gering sehr stark
12. Gefühlsmäßig erfreuliche Erlebnisse waren heute: sehr gering sehr stark
13. Schwankte heute Ihre Stimmung oder waren Sie ausgeglichen? sehr ausgeglichen sehr stark
14. Wieviele Tassen Kaffee, Gläser Tee, Coca Cola haben Sie heute getrunken? das letzte Mal um Uhr
15. Haben Sie sich heute über etwas geärgert? nicht sehr stark
16. Sind Sie auch jetzt noch darüber verärgert? nicht sehr stark
17. Worüber haben Sie sich geärgert? (bitte auf der Rückseite notieren)

18. Wieviele Zigaretten haben Sie heute geraucht?
19. Wie fühlen Sie sich im Vergleich zum heutigen Morgen?
viel besser viel schlechter
20. Wie stark war Ihr heutiges Hungergefühl?
gering sehr stark
21. Wie stark war Ihr heutiges Durstgefühl?
gering sehr stark
22. Haben Sie heute Medikamente genommen? Ja ☐ Nein ☐
Wenn ja, was? _____ um wieviel Uhr
23. Haben Sie heute Alkohol getrunken? Ja ☐ Nein ☐
Wenn ja, wieviel? _____ das letzte Mal
um Uhr
24. Haben Sie sich heute hingelegt? Ja ☐ Nein ☐
Wenn ja, wie lang? _____ bis _____ Uhr
25. Haben Sie heute geschlafen? Ja ☐ Nein ☐
Wenn ja, wie lang? _____ bis _____ Uhr
26. Hatten Sie heute das Gefühl, eine neue Gegend aufsuchen
zu wollen? gar nicht sehr stark
27. Hätten Sie heute gerne neue Leute getroffen?
gar nicht sehr gern
28. Wie oft haben Sie heute herzlich gelacht? mal
29. Gab es heute ein (oder mehrere) Erlebnis(se), das (die) nach-
haltig den Tagesverlauf beeinflusste(n)? Beschreiben Sie es
(diese) mit wenigen Worten: {

Wie haben sich wohl die Ereignisse und Erlebnisse des heutigen Tages ausgewirkt auf Ihre

		kein Einfluß						
		2	1	0	1	2		
Stimmung	negativ						positiv	
geistige Leistung	negativ						positiv	
körperliche Leistung	negativ						positiv	

Meinen Sie, daß Sie heute gut oder schlecht "in Form" waren?

		kein Einfluß						
		2	1	0	1	2		
schlecht in Form							gut in Form	

Beurteilen Sie bitte zusammenfassend den heutigen Tageslauf:

		kein Einfluß						
		2	1	0	1	2		
viel gearbeitet							wenig gearbeitet	
geistig anstrengend							nicht anststrengend	
körperlich anstrengend							nicht anstrengend	
emotional belastend							nicht belastend	
erfolgreich							nicht erfolgreich	
insgesamt angenehm							insg. unangenehm	

Wie fühlen Sie sich heute im vergleich zu gestern?

deutlich schlechter	etwas schlechter	gleich	etwas besser	deutlich besser

stark	erheblich	merklich	kaum	nicht
-------	-----------	----------	------	-------

jetztigen

Kreuzen Sie bitte jeweils das Kästchen an, das Ihren heutigen Zustand entspricht.

stark	erheblich	merklich	kaum	nicht
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐

allgemeines Schwächegefühl

Müdigkeit

Schwindelgefühl

Schwitzen

feuchte Hände

Frieren

Ärgerlichkeit

Kopfschmerzen

Schmerzen anderer Art

Hustenreiz, Räuspern

Herzklopfen

Magenbeschwerden

Hungergefühl

zitterig

Verkrampfen des Körpers

Erregbarkeit

Außerdem stellte ich heute fest:

☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐

Wie müde bzw. wie wach sind Sie jetzt?

totalmüde	sehr müde	müde	leicht müde	weder noch	gerade wach	ziemlich wach	sehr wach	hellwach
-----------	-----------	------	-------------	------------	-------------	---------------	-----------	----------

Versuchen Sie so schnell wie möglich, Ihren momentanen persönlichen Zustand durch einen senkrechten Strich zwischen "groß" und "gering" zu kennzeichnen.

groß

gering

- 1) Zufriedenheit _____
- 2) Bedürfnis nach geistiger Aktivität _____
- 3) Müdigkeit _____
- 4) Nervosität _____
- 5) Bedürfnis nach Bewegung _____
- 6) Konzentrationsfähigkeit _____

Versuchen Sie dann ebenfalls so schnell wie möglich, das Ausmaß der Änderung Ihres persönlichen Zustandes seit dem Ausfüllen des vorhergehenden Bögens durch ein Kreuz in der betreffenden Spalte zu kennzeichnen.

	viel mehr	mehr	etwas mehr	unver= ändert	etwas weniger	weniger	viel weniger
1) Zufriedenheit							
2) Bedürfnis nach geistiger Aktivität							
3) Müdigkeit							
4) Nervosität							
5) Bedürfnis nach Bewegung							
6) Konzentrationsfähigkeit							

LEBENS LAUF

=====

Am 12. August 1958 wurde ich als Tochter des Herrn Walter WABERSICH und seiner Ehefrau Marianne geb. Zimmer in Frankfurt am Main geboren und am 26. Oktober des gleichen Jahres in der Lukaskirche Frankfurt/M. getauft.

Nach Bad Homburg v.d.Höhe zogen wir im Frühjahr 1961. Dort besuchte ich von 1965 - 1968 die Friedrich-Ebert-Schule (Grundschule) und von 1968 - 1977 die Kaiserin-Friedrich-Schule (Gymnasium und altsprachliches Gymnasium). Ich wählte den humanistischen Bildungszweig und legte im Juni 1977 die Reifeprüfung ab.

Von Oktober 1977 bis April 1981 studierte ich Humanmedizin an der Justus-Liebig-Universität in Gießen und anschließend bis Oktober 1984 an der Technischen Universität in München. Die Approbation erhielt ich am 15. Oktober 1984.

Seit dieser Zeit arbeitete ich an der Fertigstellung der Dissertation und erweiterte meine praktischen und theoretischen Kenntnisse auf vielen Gebieten. Derzeitig bin ich als wissenschaftliche Assistentin in der Psychiatrischen Klinik der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt/M. tätig.

*Annelk Petzer
(geb. Wabersich)*



